مُحتوى الكتاب

كيفَ تستخدمُ كتابَك .... ★١٠

قواعدُ السلامةِ .... ★١٢

العلومُ الأحيائيَّة

الوحدة أ الكائناتُ الحيَّةُ البسيطةُ والفطريّاتُ والنباتاتُ ٢

الفصلُ ١ البكتيريا والفيروسات ٤

الفصلُ ٢ الطلائعيّاتُ والفُطْريّاتُ ٢٢

الفصلُ ٣ عمليّاتُ النباتِ ٤٢

الوحدة ب الحيوانات ٥٨

الفصلُ ٤ الحيواناتُ والسلوكُ ٦٠

الفصلُ ٥ الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحف ٧٨

الفصلُ ٦ الطيورُ والثدييّاتُ ١٠٠

علومُ الأرض

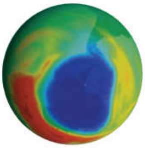
الوحدة ج مواردُ الأرضِ ١٢٦

الفصلُ ٧ سجلُّ الصخورِ والأحافيرِ ١٢٨

الوحدة د الطقس والمناخ ١٥٨

الفصلُ ٨ الغلاف الجويّ ١٦٠

الفصلُ ٩ فهمُ الطقس ١٨٦



العلومُ الفيزيائيَّة

الوحدة هـ الحركةُ والقوّة ٢٠٨

الفصلُ ١٠ المادةُ والحركة ٢١٠

الفصلُ ١١ القوى والحركة ٢٣٦

الوحدة و تفاعلات المادة ٢٥٤

الفصلُ ١٢ الترابط الكيميائي ٢٥٦

الفصلُ ١٣ التفاعلات الكيميائية ٢٧٤

الوحدة ز الموجاتُ ٢٩٤

الفصلُ ١٤ طاقة الموجات ٢٩٦

الملحق ٣١٠

المفردات ٣٢٠

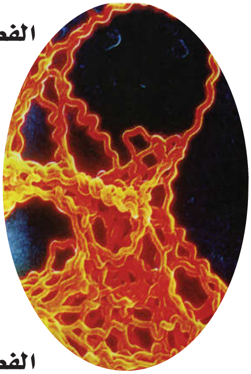
كيفَ تستخدمُ كتابَك .... ★١٠

قواعدُ السلامةِ .... ★١٢

العلومُ الأحيائيّةُ

الوحدة أ الكائناتُ الحيَّةُ البسيطةُ والفطريّاتُ والنباتاتُ

الخطُّ الزمنيُّ ٢



الفصلُ ١

البكتيريا والفيروساتُ ٤

القسمُ ١ البكتيريا والكائناتُ الحيَّةُ القديمة ٦

القسمُ ٢ دورُ البكتيريا في الحياةِ ١٢

القسمُ ٣ الفيروسات ١٦

مراجعةُ الفصلِ ٢٠

الفصلُ ٢

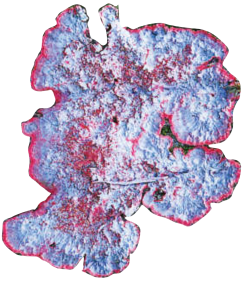
الطلائعيّاتُ والفُطْرِيّاتُ ٢٢

القسمُ ١ الطلائعيّات ٢٤

القسمُ ٢ أنواعُ الطلائعيّاتِ ٢٨

القسمُ ٣ الفُطريّات ٣٤

مراجعةُ الفصلِ ٤٠



الفصلُ ٣

عمليّاتُ النَّباتِ ٤٢

القسمُ ١ البناءُ الضوئيُّ ٤٤

القسمُ ٢ تكاثرُ النَّباتاتِ الزَّهريَّةِ ٤٨

القسمُ ٣ استجاباتُ النباتِ للبيئةِ ٥٢

مراجعةُ الفصلِ ٥٦

الوحدة ب

الحيوانات

الخطُّ الزمنيُّ ٥٨

الفصلُ ٤

الحيواناتُ والسلوكُ ٦٠

القسمُ ١ ما الحيوان؟ ٦٢

القسمُ ٢ سلوكُ الحيواناتِ ٦٦

القسمُ ٣ العلاقاتُ الاجتماعيَّةُ ٧٢

مراجعةُ الفصلِ ٧٦

الفصلُ ٥

الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحفُ ٧٨

القسمُ ١ الأسماكُ: الفقاريّاتُ الأولى ٨٠

القسمُ ٢ البرمائيّاتُ ٨٨

القسمُ ٣ الزواحف ٩٢

مراجعةُ الفصلِ ٩٨

الفصلُ ٦

الطيورُ والثدييّاتُ ١٠٠
القسمُ ١ الطيور ١٠٢
القسمُ ٢ خصائصُ الثدييّاتِ ١٠٩
القسمُ ٣ الثدييّاتُ المشيميَّةُ ١١٣
القسمُ ٤ الثدييّاتُ البيوضةُ والكيسيَّةُ ١٢٠
مراجعةُ الفصل ١٢٤

علومُ الأرضِ

الوحدة ج مـواردُ الأرض

الخطُّ الزمنيُّ ١٢٦

الفصلُ ٧

سجلُّ الصخورِ والأحافيرِ ١٢٨

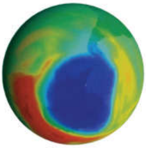
القسمُ ١ معرفةُ تاريخِ الأرضِ ١٣٠
القسمُ ٢ العمرُ النسبيُّ ١٣٤
القسمُ ٣ العمرُ المُطلقُ ١٤٠
القسمُ ٤ النظرُ في الأحافيرِ ١٤٤
القسمُ ٥ عمرُ الأرضِ ١٥٠
مراجعةُ الفصلِ ١٥٦

الوحدة د الطقسُ والمناخُ

الخطُّ الزمني ١٥٨

الفصلُ ٨

الغلافُ الجويُّ ١٦٠



القسمُ ١ ميزاتُ الغلافِ الجويِّ ١٦٢
القسمُ ٢ تسخينُ الغلافِ الجويِّ ١٦٨
القسمُ ٣ الرياحُ العالميّةُ والرياحُ المحليّةُ ١٧٢
القسمُ ٤ تلوّثُ الهواءِ ١٧٨
مراجعةُ الفصلِ ١٨٤

الفصلُ ٩

الطقس ١٨٦

القسمُ ١ الماءُ في الهواءِ ١٨٨

القسمُ ٢ الطقسُ العاصفُ ١٩٦

القسمُ ٣ توقُّعُ الطقسِ ٢٠٣

مراجعةُ الفصلِ ٢٠٦

العلومُ الفيزيائيَّةُ

الوحدة هـ الحركةُ والقوى

الخطُّ الزمنيّ ٢٠٨

الفصلُ ١٠

المادَّةُ والحركةُ ٢١٠

القسمُ ١ قياسُ الحركةِ ٢١٢

القسمُ ٢ ما القوَّةُ؟ ٢١٨

القسمُ ٣ قوَّةُ الاحتكاكِ، قوَّةُ تعاكسِ الحركةِ ٢٢٢

القسمُ ٤ الجاذبيَّة ٢٢٨

مراجعةُ الفصلِ ٢٣٤

الفصلُ ١١

القوى والحركةُ ٢٣٦

القسمُ ١ الجاذبيَّةُ والحركةُ ٢٣٨

القسمُ ٢ قوانينُ نيوتن للحركةِ ٢٤٤

مراجعةُ الفصلِ ٢٥٢

الوحدة و تفاعلاتُ المادَّةِ

الخطُّ الزمنيّ ٢٥٤

الفصلُ ١٢

الترابطُ الكيميائيُّ ٢٥٦
القسمُ ١ الإلكتروناتُ والترابطُ الكيميائيُّ ٢٥٨
القسمُ ٢ الروابطُ الأيونيَّةُ ٢٦٢
القسمُ ٣ الروابطُ التساهميَّةُ والفلزِّيَّةُ ٢٦٦
مراجعةُ الفصلِ ٢٧٢

الفصلُ ١٣

التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ........................... ٢٧٤
القسمُ ١ تكوُّنُ موادَّ جديدةٍ ٢٧٦
القسمُ ٢ الصيغُ والمعادلاتُ الكيميائيَّةُ ٢٨٠
القسمُ ٣ أنواعُ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ وطاقةُ التفاعلاتِ... ٢٨٦
مراجعةُ الفصلِ................................ ٢٩٢

الوحدة ز **المـوجاتُ**

الخطُّ الزمنيّ ٢٩٤

الفصلُ ١٤

طاقةُ الموجاتِ................................. ٢٩٦
القسمُ ١ طبيعةُ الموجاتِ......................... ٢٩٨
القسمُ ٢ خصائصُ الموجاتِ ٣٠٤
مراجعةُ الفصلِ................................ ٣٠٨
الملحق ٣١٠
مهاراتُ الدراسةِ ٣١١
إنجازُ الرسومِ البيانيَّةِ................................ ٣١٥
وحداتُ القياسِ ٣١٨
استخدام المجهر ٣٢٠
الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ ٣٢٢
المفردات ٣٢٤

كيفَ تستخدمُ كتابَكَ!

دليلُكَ إلى النجاحِ مع سلسلةِ "العلوم للجميع"

مؤشِّراتُ الأداءِ

ستجدُ في بدايةِ كلِّ قسمٍ مؤشراتِ أدائِهِ ومفرداتِهِ العلميَّةَ. وهي توضِّحُ ما ستتعلَّمُه بعدَ انتهائِكَ من قراءةِ القسمِ.

توجدُ لائحةٌ بالمفرداتِ والمفاهيمِ العلميَّةِ لكلِّ قسمٍ. تعلَّمْ تعريفاتِ هذه المفرداتِ، لأنَّكَ سَتُسألُ عنها في الاختبارِ. تردُ كلُّ مفردةٍ في النصِّ مع خلفيَّةٍ صفراءَ، وتُعرَّفُ على هامشِ الصفحةِ. بإمكانِكَ استخدامُ تعريفاتِ المفرداتِ في آخرِ الكتابِ لتجدَ التعريفاتِ بسرعةٍ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: أعدْ قراءةَ مؤشِّراتِ الأداءِ وتعريفاتِ المفرداتِ، حينَ تدرسُ استعدادًا للاختبارِ، لكي تتأكَّدَ من فهمِكَ للمادَّةِ.

القسمُ ١

البكتيريا وَالكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ

ما عددُ البكتيريا في حفنةٍ من التربةِ؟ هل تصدّقُ أنَّ جرامًا واحدًا من التربةِ (ما يساوي كتلةَ ممحاةِ قلمِ رصاصٍ) قد يكونُ فيه أكثرُ من ٢,٥ مليارِ بكتيريا؟ وأنَّ حفنةً من التربةِ قد تحتوي على تريليوناتِ البكتيريا!

كلُّ الكائناتِ الحيَّةِ تتلاءمُ معَ واحدٍ من المجالاتِ الثلاثةِ: البكتيريا، أو الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ، أو الكائناتِ الحيَّةِ حقيقيَّةِ النواةِ. مجالا البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ يتألّفانِ من كائناتٍ حيَّةٍ أحاديَّةِ الخليَّةِ ليسَ لها نواةٌ. يعيشُ أعضاءُ مجالِ البكتيريا في التربةِ والماءِ، وفي أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. يتضمَّنُ مجالُ الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ الكائناتِ الحيَّةَ الموجودةَ في بيئاتٍ قاسيةٍ كالينابيعِ الحارَّةِ. ويشتملُ هذانِ المجالانِ على أقدمِ أشكالِ الحياةِ على الأرضِ.

بعضُ خصائصِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ

يوجدُ من البكتيريا على كوكبِ الأرضِ أكثرُ مما يوجدُ من كلِّ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى مجتمعةً. ومعظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أنْ ترى بدونِ مجهرٍ. لكنْ ليستْ كلُّ البكتيريا بالحجمِ نفسِه. إنَّ أكبرَ بكتيريا معروفةٍ هي في الحقيقةِ أكبرُ بألفِ مرَّةٍ من متوسِّطِ حجمِ البكتيريا. أحدُ هذه الأصنافِ من البكتيريا العملاقةِ اكتُشفَ داخلَ سمكةٍ من النوعِ الظاهرِ في **الشكل ١**. لأفرادِ مجالِ البكتيريا ثلاثةُ أشكالٍ: شكلٌ عصويٌّ، وشكلٌ كرويٌّ، وشكلٌ حلزونيٌّ.

مؤشِّراتُ الأداءِ
- يصفُ خصائصَ الكائناتِ بدائيةِ النواةِ.
- يوضّحُ كيفَ تتكاثرُ الكائناتُ بدائيةُ النواةِ.
- يصفُ ترابطَ خصائصِ الكائناتِ الحيّةِ القديمةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الكائنُ بدائيُّ النواةِ

الانشطارُ الثنائيُّ

البوغُ الداخليُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ماذا تقولُ عن كلٍّ من الجملتَين التاليتَين: صحٌّ أم خطأٌ؟
- يوجدُ فقط بضعةُ أنواعٍ من البكتيريا.
- معظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أن تُرى بالعينِ المجرّدةِ.

تحقَّقْ

ما الأشكالُ الثلاثةُ للبكتيريا؟

الشكل ١ البكتيريا العملاقةُ داخلَ هذه السمكةِ يبلغُ طولُ الواحدةِ منها 0.6 mm، حجمٌ لا تحتاجُ رؤيتُهُ إلى مجهرٍ.

٦ الفصل ١

كنْ منظَّمًا

توفِّرُ استراتيجيَّةُ القراءةِ في بدايةِ كلِّ قسمٍ أفكارًا مفيدةً، تساعدُكَ على تنظيمِ المعلوماتِ الواردةِ في القسمِ، وتذكُّرِها. احتفظْ بكرّاسِ ملاحظاتٍ للعلومِ كي تكونَ جاهزًا لتدوينِ الملاحظاتِ خلالَ مراجعةِ المعلِّمِ للمادَّةِ في الصفِّ. احتفظْ بواجباتِكَ في هذا الكرّاسِ، بحيثُ تستطيعُ مراجعتَها عندَما تستعدُّ لاختبارِ الفصلِ.

استخدامُ الرسومِ والصورِ

تعلَّمْ تحليلَ الرسومِ والصورِ لكي تستطيعَ فهمَ المادَّةِ التي تقرأُها في النصِّ بشكلٍ أفضلَ.

تعرضُ الجداولُ والرسومُ البيانيَّةُ معلوماتٍ مهمَّةً بطريقةٍ منظَّمةٍ، لمساعدتِكَ على ملاحظةِ العلاقاتِ. وقدْ تُغني صورةٌ عَنْ آلافِ الكلماتِ. انظرْ إلى الصورِ لرؤيةِ أمثلةٍ وثيقةِ الصلةِ بالمفاهيمِ العلميَّةِ التي تقرأُ عنها.

أجبْ عن أسئلةِ مراجعةِ القسمِ

تختبرُ أسئلةُ مراجعةِ القسمِ معرفتَكَ حولَ نِقاطِ القسمِ الرئيسةِ. وتُحفِّزُكَ بنودُ التفكيرِ الناقدِ على التفكيرِ في المادَّةِ بعمقٍ، ممّا يمكِّنُكَ مِنْ أنْ تجدَ الروابطَ التي تستدلُّ عليها من النصِّ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: عندَما لا تستطيعُ الإجابةَ عن سؤالٍ ما، اقرأ القسمَ من جديدٍ. توجدُ الإجابةُ عادةً في النصِّ.

قمْ بواجبِكَ المنزليِّ

قدْ يوزِّعُ معلِّمُكَ بطاقاتِ واجباتٍ منزليَّةٍ لمساعدتِكَ على فهمِ مادَّةِ الفصلِ، وتذكُّرِها.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: لا تحاولِ الإجابةَ عن الأسئلةِ قبلَ قراءةِ النصِّ أو مراجعةِ ملاحظاتِكَ في الصفِّ. يُساعدُكَ القليلُ منَ الاستعدادِ المسبقِ على جعلِ واجبِكَ المنزليِّ أكثرَ سهولةً. تُعزِّزُ الإجابةُ عن بنودِ مراجعةِ الفصلِ، استعدادَكَ لاختبارِ الفصلِ.

الأمانُ أوَّلاً

يُعدُّ الاكتشافُ والاختراعُ والتحقُّقُ الأساسَ في دراسةِ العُلومِ. بالمُقابلِ قد تكونُ تلكَ النشاطاتُ خطرةً. ولكي تتأكَّدَ من أنَّ تجاربَكَ المُختبريَّةَ واكتشافاتِكَ سليمةٌ وآمنةٌ، ينبغي لك الاطِّلاعُ على مُختلفِ توجيهاتِ السلامةِ. ربَّما سمعْتَ القولَ المأثورَ: «درهمُ وقايةٍ خيرٌ من قنطارِ علاجٍ». هذا صحيحٌ في صفِّ العُلومِ، حيث تتمُّ الاختباراتُ والاستكشافاتُ. ذلكَ أنَّ عدمَ الدرايةِ وعدمَ الحيطةِ قد يؤدّيانِ إلى ضررٍ وأذى. لا تُخاطرْ بأيِّ شكلٍ من الأشكالِ، بوقايتِكَ، أو بوقايةِ الآخرين.

والصفحاتُ التاليةُ تتضمَّنُ تعليماتٍ مهمَّةً للوقايةِ في صفِّ العُلومِ. قد يكونُ لدى مُعلِّمِكَ تعليماتٌ وقائيَّةٌ أُخرى ونصائحُ تتلاءمُ معَ صفِّكَ ومعَ المُختبَرِ. لا تتسرَّعْ، تكُنْ في أمانٍ.

قواعدُ السلامةِ!

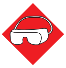
الانطلاقُ بشكلٍ صحيحٍ

اطلُبِ الإذنَ دائمًا من معلِّمِكَ قبلَ القيامِ بأيِّ عملٍ داخلَ المختبرِ. اقرأْ بتأنٍّ الخُطواتِ، وركِّزِ انتباهَكَ على معلوماتِ السلامةِ والتحذيراتِ. إذا لم تكُنْ مُتأكِّدًا ممّا يعنيه رمزُ سلامةٍ ما، فابحثْ عن معناه، أو اسألْ مُعلِّمَكَ. لا يمكنُ أن نكونَ لامبالينَ عندَما يتعلَّقُ الأمرُ بالسلامةِ. لدى حُصولِ أيِّ حادثٍ، أخبرْ مُعلِّمَكَ مُباشرةً، حتى ولو اعتبرْتَ الحادثَ بسيطًا.

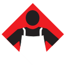
لدى الحاجةِ إلى شمِّ رائحةِ مادَّةٍ مُعيَّنةٍ، قُمْ بذَلكَ من خلالِ توجيهِ الأبخرةِ بالكفِّ نحو أنفِك. لا تضعْ أبدًا أنفَكَ قُربَ مصدرِ الرائحةِ.

رموزُ السلامة

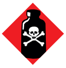
جميعُ التجاربِ والاكتشافاتِ في هذا الكتابِ، وفي مُختلفِ البطاقاتِ المُتعلِّقةِ بها، تحتوي على رموزِ السلامةِ، التي تحذِّرُكَ ممّا يُضرُّ بسلامتِك. تعوَّدْ هَذهِ الرموزَ، حتّى إذا رأيْتَ أيًّا منها تُدركُ ما يعنيهِ، وما عليكَ القيامُ به. ومن المهمِّ جدًّا أن تقرأَ كاملَ هذهِ الفقرةِ عن السلامةِ، لتتعلَّمَ عن الأخطارِ الخاصَّةِ بالمُختبَراتِ.



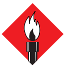
وقايةُ العينَيْن



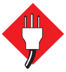
وقايةُ الملابسِ



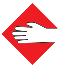
الأمانُ من الكيميائيّات



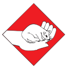
الأمانُ لدى التسخينِ



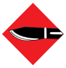
الأمانُ من الكهرباءِ



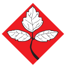
سلامةُ اليدَيْن



الأمانُ من الحيوانات



الأمانُ من الأجسامِ الحادَّةِ



الأمانُ من النباتات

وقايةُ العينَيْن

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ عندَما تتعاملُ مع الموادِّ الكيميائيَّةِ، كالأحماضِ والقواعدِ، أو أيِّ نوعٍ من مصادرِ اللهبِ وأجهزةِ التسخين. ضعْ نظّارةَ الوقايةِ في أيِّ وقتٍ، حتى ولو كانَ الاحتمالُ ضئيلاً في حصولِ ضررٍ لعينَيْك. بلِّغْ معلِّمَكَ فورَ دُخولِ أيِّ مادَّةٍ إلى عينَيْك، واغسلْهُما بماءِ الصنبورِ لمُدَّةِ ١٥ دقيقةً على الأقلِّ. تعاملْ مع أيِّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مجهولةٍ كما لو أنَّها مادَّةٌ خطرةٌ. لا تنظرْ أبدًا إلى الشمسِ مُباشرةً، فقد يؤدّي ذلك إلى عمًى دائمٍ.

يُمنعُ وضعُ عدساتٍ لاصقةٍ في المُختبَرِ، حتى ولو كنْتَ تستخدمُ نظّارةَ الوقايةِ؛ فقدْ تدخُلُ الموادُّ الكيميائيَّةُ بينَ عينَيْكَ والعدساتِ اللاصقةِ. وإذا كانَ لا بُدَّ من وضعِ العدساتِ اللاصقةِ بناءً على استشارةِ طبيبِكَ، فضعْ نظّارةَ وقايةٍ خاصَّةً بذلك.

أجهزةُ الأمانِ

تعرَّفْ موقعَ أقربِ جهازِ إنذارٍ ضدَّ الحريقِ، ومواقعَ جميعِ معدّاتِ الأمانِ والطوارئِ المُستخدَمةِ في المُختبَرِ، كبطّانيّاتِ الحريقِ ونقاطِ غسلِ العينَيْنِ، وكما يحدِّدُها معلِّمُك. وتعرَّفْ أيضًا الخُطواتِ الواجبَ اتِّباعُها في استخدامِ هذهِ المعدّات.

النظافةُ والترتيبُ

أبقِ منطقةَ عملِكَ نظيفةً وخاليةً من الموادِّ المُتراكمةِ، ومن أيِّ كتبٍ أو أوراقٍ غيرِ ضروريَّةٍ. اربطِ الشعْرَ الطويلَ إلى الخلفِ. وارفعِ الأكمامَ الفضفاضةَ المتدلِّيةَ أو أيَّ شيءٍ يتدلّى من الملابسِ، كأربطةِ العُنقِ والقلاداتِ. انزعْ أيَّ حُليٍّ مُتدلِّيةٍ. لا تنتعلِ الأحذيةَ المفتوحةَ على الأصابعِ، ولا الصنادلَ في المختبرِ. لا تتناولْ على الإطلاقِ طعامًا أو شرابًا في المُختبَرِ. ويُحظَّرُ استخدامُ مُستحضراتِ التجميلِ فيه. فقد يتلوَّثُ الطعامُ أو الشرابُ أو المستحضَرُ بموادَّ خطرةٍ.

الأجسامُ الحادَّةُ

استخدِمْ بمُنتهى الحذرِ السكاكينَ والآلاتِ الحادَّةَ الأُخرى. لا تقُمْ على الإطلاقِ بقصِّ الأجسامِ أو تقطيعِها، وأنت مُمسكٌ بها. ضعِ الأجسامَ على سطحِ طاولةِ عملٍ مُلائمةٍ لأعمالِ القصِّ.

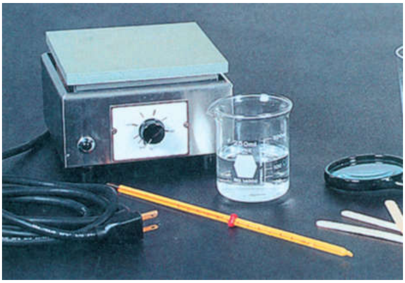
كنْ حذرًا جدًّا لدى استخدامِ الزجاجيّات. ولدى إضافةِ أيِّ جسمٍ ثقيلٍ إلى مخبارٍ، احنِهِ قليلاً، بحيث ينزلقُ الجسمُ ببُطءٍ نحوَ القاعِ.

الحرارة

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ حينَ تستخدمُ جهازًا للتسخينِ أو أيَّ مصدرٍ للهبِ. استخدمْ، كلّما كانَ ذلكَ مُمكنًا، سخّانًا كهربائيًّا كمصدرٍ للحرارةِ بدلَ اللهبِ. عندَما تُسخِّنُ موادَّ في أنبوبِ اختبارٍ، احنِ دائمًا الأُنبوبَ لكي يكونَ اتِّجاهُ فُوَّهتِهِ بعيدًا عنْكَ وعن زملائِكَ. لتفادي الحروقِ، ارتدِ قُفّازَيْنِ مُقاوِمَيْنِ للحرارةِ، عندَما يطلبُ إليكَ ذلكَ.

الكهرباء

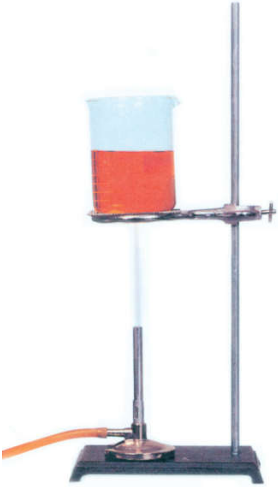
تعاملْ بحذرٍ مع الأسلاكِ الكهربائيَّةِ. وحينَ تستخدمُ مجهرًا ذا مصباحٍ، لا تدعِ السلكَ الكهربائيَّ مُتدليًا، لئلاّ يتعثَّرَ بهِ أحدٌ. لا تدعِ الأسلاكَ الكهربائيَّةَ تتدلّى من طرفِ الطاولةِ، لئلاّ تُسبِّبَ سقوطَ الأجهزةِ، إذا دُفعَتِ الأسلاكُ مُصادفةً. لا تستخدمْ أجهزةً لها أسلاكٌ كهربائيَّةٌ تالفةٌ. تأكَّدْ من أنَّ يديْكَ جافّتانِ، وأن الجهازَ الكهربائيَّ مُطفأٌ قبلَ توصيلِهِ بالمقبسِ. أطفئِ الجهازَ، وافصلْهُ عن المقبسِ الكهربائيِّ حينَ تنتهي من العملِ عليه.



الموادُّ الكيميائيَّةُ

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ لدى العملِ على الموادِّ الكيميائيَّةِ الخطرةِ، أو على الأحماضِ، أو على القواعدِ. عندَما تتعاملُ بمادَّةٍ كيميائيَّةٍ تجهلُها، تعامَلْ بها كما لو أنَّها خطرةٌ. ارتدِ على الدوامِ المئزرَ والقُفّازَيْنِ لدى العملِ على الأحماضِ أو القواعدِ، أو متى طُلبَ إليكَ القيامُ بذلكَ. إذا حصلَ تناثرٌ على جلدِكَ أو ملابسِكَ، اغسلْهما مُباشرةً لمدَّةِ ٥ دقائقَ على الأقلِّ. وخلالَ ذلكَ بلِّغْ مُعلِّمَكَ بما حصلَ.

لا تقُمْ على الإطلاقِ بمزجِ أيِّ موادَّ كيميائيَّةٍ إلاّ إذا طلبَ إليكَ المُعلِّمُ ذلكَ. لا تتذوَّقْ ولا تلمسْ ولا تشمَّ أيَّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ إلا إذا كُنْتَ مُوجَّهًا للقيامِ بذلكَ. قبلَ التعامُلِ مع سائلٍ أو غازٍ قابلٍ للاشتعالِ، تأكَّدْ من عدمِ وجودِ أيِّ مصدرٍ للنارِ، أو لشرارةٍ، أو للحرارةِ.



الوقايةُ من الحيواناتِ

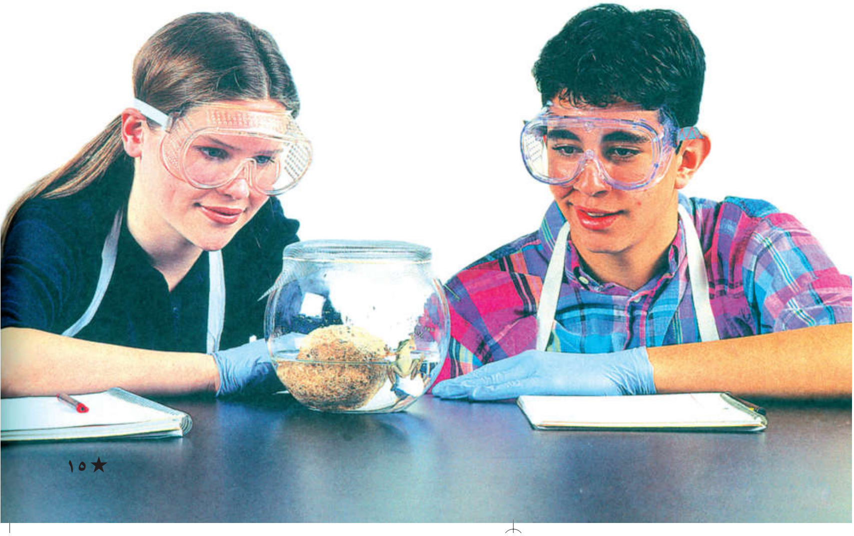
اطلُبْ على الدوامِ الإذنَ من مُعلِّمِكَ قبلَ أن تُحضرَ أيَّ حيوانٍ إلى مبنى المدرسةِ. يجبُ أن تُدركَ أنَّ هُناكَ حيواناتٍ سامَّةً أو خطرةً. تعامَلْ معَ الحيواناتِ كما يُوجِّهُكَ مُعلِّمُك. وتعاملْ معها بعنايةٍ ورفقٍ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ التعامُلِ مع أيِّ حيوانٍ.

الوقايةُ من النباتِ

لا تأكُلْ أيَّ جُزءٍ من أيِّ نباتٍ مُستخدَمٍ في المُختبَرِ، أو من بُذورِ النباتِ، لا سيَّما التي تُباعُ في المتاجرِ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ لمسِ أيِّ نباتٍ أو جُزءٍ من نباتٍ. في الطبيعةِ، لا تقتلِعْ أيَّ نباتٍ بريٍّ إلا إذا كانَتْ تعليماتُ المُعلِّمِ تسمحُ بذلك.

الزجاجيّات

تفحَّصِ الأدواتِ الزجاجيَّةَ قبلَ استخدامِها. تأكَّدْ من أنَّها نظيفةٌ، وأنَّها خاليةٌ من أيِّ خدشٍ، أو أيِّ تشقُّقٍ أو تصدُّعٍ. اكتُبْ تقريرًا لمُعلِّمِكَ عنِ الزجاجيّاتِ المُتضرِّرةِ. يجبُ أن تكونَ الأدواتُ الزجاجيَّةُ المُستخدَمةُ لأغراضِ التسخينِ، من نوعِ الزجاجِ المُقاومِ للحرارةِ.



القسمُ
٣

الفيروسات

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ أوجهَ التشابه وأوجهَ الاختلافِ بينَ الفيروساتِ والكائناتِ الحيَّةِ.
- يعدِّدُ أشكالَ الفيروسِ الأربعةَ الرئيسةَ.
- يصفُ نوعَي التكاثرِ الفيروسيِّ.

المفرداتُ والمفاهيم

الفيروس
العائل
الدورةُ الحالَّةُ
الدورة الاندماجيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءة

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ بشكلٍ صامت. اكتبْ ما لديك من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلَتَك ضمنَ مجموعةٍ صغيرة.

في أحدِ الأيامِ تكتشفُ بقعًا حمراءَ على جلدِك. ثمَ يظهرُ لكَ أنَ البُقَعَ تزدادُ أكثرَ فأكثرَ. وتبدأُ البقعُ تَتَحوَّلُ إلى بثورٍ تثيرُ الحُكاكَ. ماذا أصابَك؟

قد تكونُ البقعُ ناجمةً عن جُدَريِّ الماءِ. جُدَريُّ الماءِ مرضٌ يسبِّبُهُ فيروسٌ. **الفيروسُ** Virus جُسَيْمٌ مِجْهري يدخُلُ الخليَّةَ، وغالبًا ما يدمِّرُها. كثيرٌ من الفيروساتِ تُسبِّبُ أمراضًا مثلَ الزُّكامِ العاديِّ والإنفلوَنْزا ومُتلازمةِ نَقْصِ المناعةِ المُكْتَسَبِ (الأيدز).

إنّه عالمٌ صغيرٌ

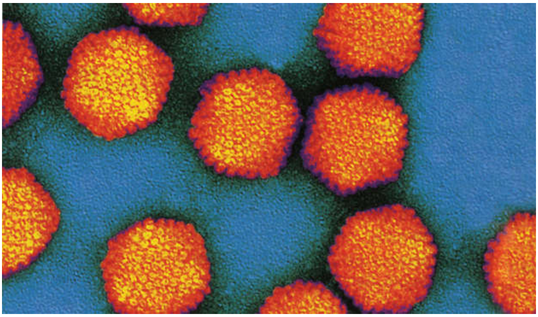
الفيروساتُ صغيرةٌ جدًّا. إنها أصغرُ من أصغرِ بكتيريا. فنقطةُ دمٍ واحدةٌ بمقدورِها أن تتَّسعَ لخمسةِ ملياراتِ فيروس. يمكنُ أن تتغيَّرَ الفيروساتُ بسرعةٍ. لذلكَ يتغيَّرُ تأثيرُها على الكائناتِ الحيَّةِ. وبما أنَّ الفيروساتِ صغيرةٌ جدًّا وتتغيَّرُ بكثرةٍ، فإنَّ العلماءَ لا يعرفونَ بالضبطِ عددَ أنواعِها. هذه الخصائصُ تجعلُ مكافحتَها صَعْبةً أيضًا.

هل الفيروساتُ حيَّةٌ؟

الفيروساتُ، مثلُ الكائناتِ الحيَّةِ، تحتوي على بروتينٍ ومادَّةٍ وراثيَّةٍ. لكنَّ الفيروساتِ، كتلكَ الظاهرةِ في **الشكل ١**، لا تؤدّي وظائفَ الكائناتِ الحيَّةِ. فهي لا تستطيعُ أن تتغذّى أو تنمُوَ أو تحلِّلَ الغذاءَ، أو تستخدِمَ الأكسجينَ. في الحقيقةِ لا يستطيعُ الفيروسُ أن يتكاثرَ إلاّ داخلَ خليَّةٍ حيَّةٍ تقومُ بدورِ العائلِ. **العائلُ** Host كائنٌ حيٌّ يعيشُ داخلَهُ أو عليهِ الفيروسُ أو الطفيلُ. وباستعمالِ الخليَّةِ العائلِ كمصنعٍ صغيرٍ جدًّا، يُجبرُ الفيروسُ العائلَ على صُنْعِ الفيروساتِ بدلاً من القيامِ بأنشطتِها الحيويَّةِ.

الفيروس: جسيمٌ مِجْهَريٌّ يدخلُ خليَّةً، وغالبًا ما يُحطِّمُها.

العائل: كائنٌ حيٌّ يأخذُ الطفيلُ الغذاءَ منهُ، أو يتَّخذُهُ ملجأً.



الشكل ١ الفيروساتُ ليسَتْ خلايا. فلا سيتوبلازمٌ لها ولا عُضيّاتٌ.

تصنيفُ الفيروساتِ

يُمكِنُ تصنيفُ الفيروساتِ في مجموعاتٍ مختلفةٍ، وفقًا لأشكالِها أو لأنواعِ الأمراضِ التي تسبِّبُها، أو لدَوْرَةِ حياتِها أو لنوعِ المادَّةِ الوراثيَّةِ التي تحتوي عليها. تظهر الأشكالُ الرئيسةُ الأربعةُ من الفيروساتِ في **الشكل ٢**. كلُّ فيروسٍ مكوَّنٌ من مادَّةٍ وراثيَّةٍ داخلَ غلافٍ بروتينيٍّ. يحمي الغلافُ البروتينيُّ المادَّةَ الوراثيَّةَ ويساعدُ الفيروسَ على دخولِ الخليَّةِ العائلِ. لكثيرٍ من الفيروساتِ أغلفةٌ بروتينيَّةٌ توافقُ خصائصَ عائلِها.

وتكونُ المادَّةُ الوراثيَّةُ للفيروساتِ إمّا الحمضَ النوويَّ منقوصَ الأكسجينِ DNA، وإما الحمضَ النوويَّ الريبوزيَّ RNA. يحتوي نوعا الحمضِ النوويِّ على معلوماتٍ لصنعِ البروتينات. الفيروساتُ التي تسبِّبُ الثآليلَ وجُدَريَّ الماءِ تحتوي على DNA. والفيروساتُ التي تسبِّبُ الزكامَ والإنفلونزا تحتوي على RNA. والفيروسُ الذي يسبِّبُ الأيدز، وهو المعروفُ بفيروسِ نقصِ المناعةِ الإنسانيِّ المكتسَبِ، يحتوي هو أيضًا على RNA.

وقفةٌ مع الرياضياتِ

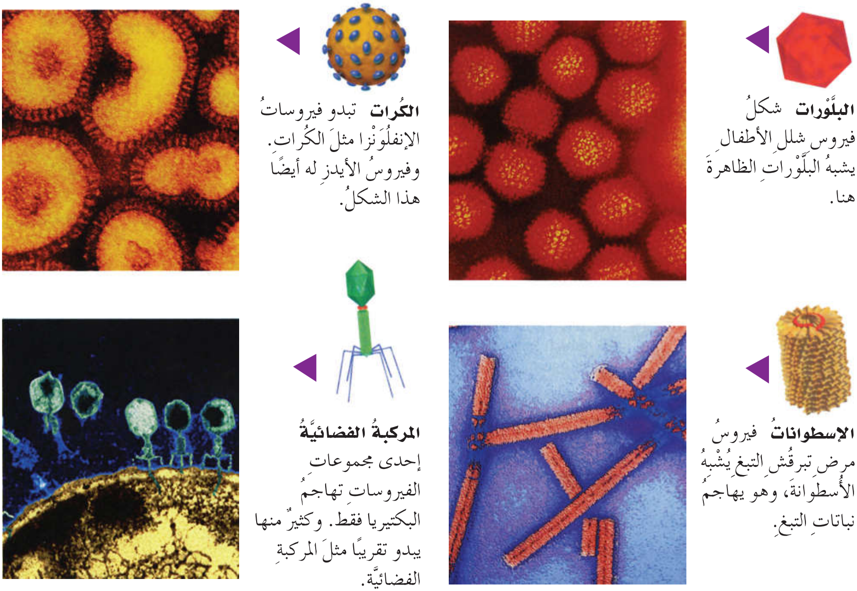
تقديرُ حجمِ الفيروس

إذا كَبَّرتَ فيروسًا متوسِّطًا ٦٠٠ ٠٠٠ مرَّةٍ، سيظهرُ حجمُهُ تقريبًا بحجمِ حبَّةِ بازلاءَ صغيرةٍ. فكم يُصبحُ طولُكَ أنتَ إذا كُبِّرتَ ٦٠٠ ٠٠٠ مرَّة؟

تحقَّق

اذكرْ طريقتَيْنِ لتصنيفِ الفيروساتِ؟

الشكلُ ٢ الأشكالُ الأساسيَّةُ للفيروسات



البلَّوراتُ شكلُ فيروسِ شللِ الأطفالِ يشبهُ البلَّوراتِ الظاهرةَ هنا.

الكُراتُ تبدو فيروساتُ الإنفلُونزا مثلَ الكُراتِ. وفيروسُ الأيدزِ له أيضًا هذا الشكلُ.

الإسطواناتُ فيروسُ مرضِ تبرقُشِ التبغِ يُشبهُ الأُسطوانةَ، وهو يهاجمُ نباتاتِ التبغِ.

المركبةُ الفضائيَّةُ إحدى مجموعاتِ الفيروساتِ تهاجمُ البكتيريا فقط. وكثيرٌ منها يبدو تقريبًا مثلَ المركبةِ الفضائيَّةِ.

الدورةُ الحالّةُ: طريقةٌ لتكاثر الفيروس يتّصلُ خلالها بالخليّةِ العائل ويحقنُها بمادّتهِ الوراثيّةِ ويحوّلُها إلى مصنعٍ للفيروسات.

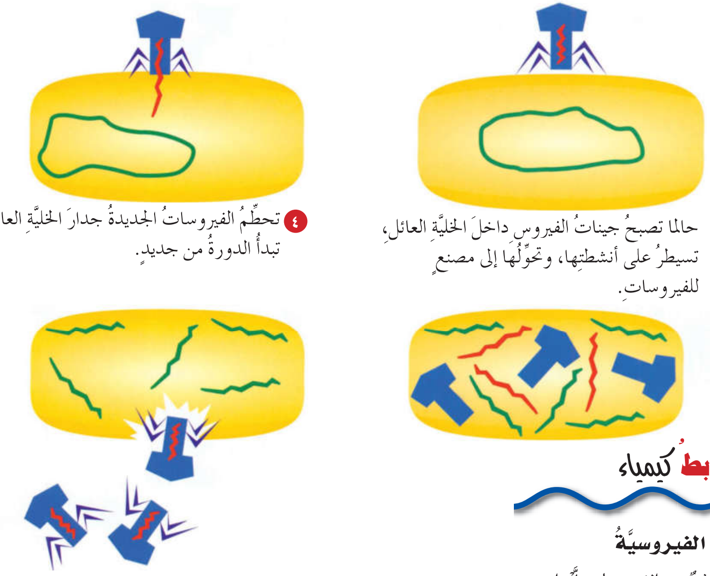
الدورةُ الاندماجيّةُ: طريقةٌ لا تذهبُ فيها بعضُ الفيروسات مباشرةً إلى الدورة الحالّة، بل تحصلُ فيها كلُّ خليّةٍ جديدةٍ من خلايا العائل المنقسمة على نسخةٍ من جيناتِ الفيروس إثرَ حقنها بمادّتهِ الوراثيّةِ.

تكاثرُ الفيروساتِ

الدورةُ الحالَّةُ

الأمرُ الوحيدُ الذي تشبهُ فيه الفيروساتُ الكائناتِ الحيَّةِ، هو أنّها تُنتِجُ مزيدًا من أفرادِها. تهاجمُ الفيروساتُ خلايا حيَّةً، وتحوِّلُها إلى مصانعَ للفيروساتِ. هذه الدورةُ تسمّى **الدورةَ الحالَّةَ** Lytic cycle، وهي تظهرُ في **الشكلِ ٣**.

الشكلُ ٣ الدَّورةُ الحالَّةُ



١ يتصلُ الفيروسُ بالخليَّةِ العائلِ.

٢ يحقنُ الفيروسُ الخليّةَ العائلَ بمادَّتِهِ الوراثيّةِ.

٣ حالما تصبحُ جيناتُ الفيروسِ داخلَ الخليَّةِ العائلِ، تسيطرُ على أنشطتِها، وتحوِّلُها إلى مصنعٍ للفيروساتِ.

٤ تحطِّمُ الفيروساتُ الجديدةُ جدارَ الخليّةِ العائلِ. ثم تبدأُ الدورةُ من جديدٍ.

الدورةُ الاندماجيَّةُ

بعضُ الفيروساتِ لا تذهبُ مباشرةً إلى الدورةِ الحالَّةِ. تحقنُ هذه الفيروساتُ الخليَّةَ العائلَ بمادَّتِها الوراثيّةِ أيضًا. في **الدورةِ الاندماجيَّةِ**، Lysogenic cycle تحصُلُ كلُّ خليَّةٍ جديدةٍ، عندَما تنقسمُ الخليَّةُ العائلُ، على نسخةٍ من جيناتِ الفيروسِ. ويمكنُ أن تبقى الجيناتُ خاملةً إلى وقتٍ طويلٍ. لكنْ عندَما تنْشَطُ تبدأُ الدورةُ الحالَّةُ بالعملِ، وتصنعُ نُسَخًا جديدةً من الفيروسِ.

رابطُ كيمياء

البلّوراتُ الفيروسيّةُ

قد يُشكِّلُ كثيرٌ من الفيروساتِ بلّوراتٍ. ويستطيعُ العلماءُ أن يَدرُسوا صورَ أشعَّةٍ سينيَّةٍ لهذهِ البلّوراتِ ليزدادوا علمًا بتراكيبِ الفيروساتِ. لماذا في رأيك، يريدُ العلماءُ أن يتعلَّمُوا المزيدَ عن الفيروساتِ؟

تحقَّقْ

ما الدورةُ الحالَّةُ؟

معالجةُ الإصابةِ بالفيروس

لا تقتلُ المضادّاتُ الحيَويَّةُ الفيروساتِ. لكنَّ العلماءَ طوَّروا مؤخَّرًا أدويةً مضادَّةً لها. كثيرٌ من هذه الأدويةِ توقفُ تكاثرَ الفيروساتِ. ولما كانَتْ أمراضٌ فيروسيَّةٌ كثيرةٌ ليسَ لها علاجٌ، فإنَّ من الأفضلِ بدايةً تفادي حدوثِ العدوى الفيروسيَّةِ. إنَّ التطعيمَ في سنِّ الطفولةِ يمنحُ نظامَ المناعةِ لديكَ فسحةً زمنيَّةً لزيادةِ قدرتِك على مكافحةِ الفيروساتِ. واللَّقاحاتُ الحديثةُ يمكنُ أنْ تحميَكَ من العدوى الفيروسيَّةِ. ومن الممارساتِ الجيِّدةِ أنْ تغسلَ يدَيْكَ في أغلبِ الأحيانِ، وألاّ تمسَّ أبدًا الحيواناتِ البريَّةَ. وإذا أصبحْتَ مريضًا بسببِ فيروسٍ ما، كهذا الولدِ في **الشكل ٤**، فمنَ الأفضلِ غالبًا أنْ ترتاحَ وتشربَ سوائلَ إضافيَّةً. ويجبُ، كما هي الحالُ مع أيِّ مرضٍ، أنْ تُخبرَ والديك أو الطبيبَ.

الشكل ٤ يستقرُّ فيروسُ جُدَريِّ الماءِ داخلَ جسمِكَ، حتى بعد اختفاءِ البُقَعِ الحمراءِ.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- للفيروساتِ خصائصُ كائناتٍ حيَّة وكائناتٍ غيرِ حيَّة. وهي تتكاثرُ في الخلايا الحيَّة.
- تصنَّفُ الفيروساتُ بحسبِ أشكالِها وأنواعِ الأمراضِ الَّتي تسبِّبُها أو دوراتِ حياتِها.
- لكي يتكاثرَ الفيروسُ، يجبُ أن يدخلَ خليَّةً. وبعد أنْ يتكاثرَ تتمزَّقُ الخليَّةُ. هذه العمليَّةُ تُسمَّى الدورةَ الحالَّةَ.
- في الدورةِ الاندماجيَّة، تندمجُ جيناتُ الفيروسِ مع جيناتِ الخليَّةِ العائلِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتيْنِ التاليتيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: **الفيروس والعائل**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. الخاصيَّةُ التي تشتركُ فيها الفيروساتُ والكائناتُ الحيَّةُ هي:

أ. الأكلُ.

ب. النومُ.

ج. التكاثرُ.

د. النُّموّ.

٣. صفِ الخطواتِ الأربعَ في الدورةِ الحالَّةِ.

٤. وضِّحِ الفرقَ بينَ الدورةِ الحالَّةِ والدورةِ الاندماجيَّةِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. خليَّةٌ بكتيريَّةٌ مُصابةٌ بفيروسٍ تنقسمُ كلَّ ٢٠ دقيقةً. بعد ١٠٠٠٠ انقسامٍ، تنطلقُ الفيروساتُ الجديدةُ من الخليَّةِ العائلِ. كم أسبوعًا تستغرقُ هذه العمليَّةُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: هل تعتقدُ أنَّ وسائلَ النقلِ الحديثةَ تؤثِّرُ في طريقةِ انتشارِ الفيروساتِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: أيُّ خصائصَ للفيروساتِ، في رأيك، جعلَتْ من الصعبِ إيجادَ أدويةٍ لمحاربتِها؟

٨. **طرحُ الآراءِ**: هل تعتقدُ أنَّ التطعيمَ مهمٌّ حتى في المناطقِ الخاليةِ من الفيروساتِ؟

مُراجَعةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ:

١. البكتيريا المسبِّبَة للمرضِ.

٢. الانشطارِ الثنائيِّ.

٣. المضادُّ الحيويُّ.

٤. الفيروس.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٥. تُسْتَخْدَمُ البكتيريا في كلٍّ من التالي، **باستثناء**:

أ. صنعِ أطعمةٍ معيَّنةٍ.

ب. صنعِ المضادّاتِ الحيويَّةِ.

ج. تنظيفِ بقَعِ النفطِ المتسرِّبِ.

د. حفظِ الفواكهِ.

٦. ماذا يحدُثُ للخليَّةِ العائلِ في الدورةِ الحالَّةِ؟

أ. تتحطَّم.

ب. تحطِّمُ الفيروسَ.

ج. تُصبحُ فيروسًا.

د. تنقسم.

٧. الخليَّةُ البكتيريَّةُ:

أ. بوغٌ داخليٌّ.

ب. لديها حَلَقَةٌ من DNA.

ج. لها نواةٌ واضحةٌ.

د. خليَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ.

٨. البكتيريا:

أ. تَضُمُّ صانعاتِ الميثانِ.

ب. تَضُمُّ المحلِّلاتِ.

ج. كلُّها تحتوي على كلوروفيلٍ.

د. عَصَويَّةُ الشكلِ.

٩. البكتيريا الزرقاءُ

أ. مُستهلكة.

ب. طُفَيليَّةٌ.

ج. تحتوي على الكلوروفيلِ.

د. محلِّلة.

١٠. الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ:

أ. أنواعٌ معيَّنةٌ من البكتيريا.

ب. تعيشُ فقط في أماكنَ خاليةٍ من الأكسجينِ.

ج. بكتيريا منتجِةٌ للحمضِ اللبنيِّ.

د. يمكنُ أن تعيشَ في البيئاتِ القاسيةِ.

١١. الفيروساتُ:

أ. لها حجمُ البكتيريا تقريبًا.

ب. لديها أَنْوِيَةٌ.

ج. يمكنُ أن تتكاثرَ فقط ضمنَ خليَّةٍ عائلٍ.

د. لا تصيبُ النباتاتِ.

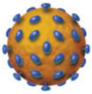
٢١. البكتيريا مهمَّةٌ لكوكبِ الأرضِ، لأنها:

أ. تفكِّكُ الموادَّ العضويَّةَ المَيْتَةَ.

ب. تعالِجُ النيتروجين.

ج. تصنعُ الأدويةَ.

د. كلُّ ما ورد أعلاه.



إجابةٌ قصيرةٌ

١٣. ما أوجهُ الشبهِ بين وظائفِ البكتيريا المثبِّتَةِ للنيتروجين والمحلِّلات؟

١٤. أيُّ دورةٍ تستغرقُ وقتًا أطولَ: الدورةُ الحالَّةُ أم الدورةُ الاندماجيَّةُ؟

١٥. اذكرْ طريقتَينْ لا تتصرَّفُ فيهما الفيروساتُ تَصَرُّفَ الكائناتِ الحيَّةِ.

١٦. ما المعالجةُ الحيويَّةُ؟

١٧. كيف يعالِجُ الأطبّاءُ عَدْوى فيروسيَّةً؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لصُنْعِ خريطةِ مفاهيمَ: بكتيريا، بكتيريا عصويةٌ، بكتيريا حلزونيةٌ، مستهلِكات، منتِجات، بكتيريا زرقاء.

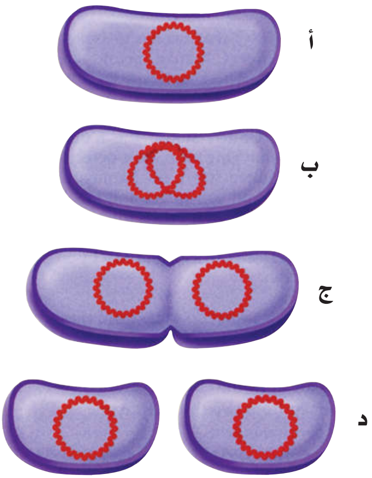
١٩. **توقُّعُ النتائج:** صِفْ بعضَ المشكلاتِ التي تعتقدُ أن البكتيريا قد تواجهُها، إذا لم يكنْ هناكَ بشرٌ.

٢٠. **تطبيقُ المفاهيم:** تحتوي أنواعٌ كثيرةٌ من الصابونِ الحديث على موادَّ كيميائيَّةٍ تقتُلُ البكتيريا. صِفْ نتيجةً واحدةً جيِّدةً ونتيجةً واحدةً سيِّئةً لاستخدامِ الصابونِ المضادِّ للجراثيم.

٢١. **تحديدُ العلاقاتِ:** يواجهُ بعضُ الناسِ مشكلاتٍ هضميَّةً بعد أن يتناولوا قَدْرًا من المضادّاتِ الحيويَّةِ. لماذا، في رأيكَ، تَحْدُثُ هذه المشكلاتُ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يصوِّرُ الشكلُ التخطيطيُّ التالي مراحلَ الانشطارِ الثنائيِّ. طابق بينَ كلِّ جملةٍ والمرحلةِ الصحيحةِ المناسبةِ.



٢٢. تنفصلُ حَلَقَتا الحمضِ النَّوويِّ DNA.

٢٣. تُنْسَخُ حَلَقَةُ الحمضِ النَّوويِّ DNA.

٢٤. تبدأُ الخليَّةُ الأمُّ بالتمدُّدِ.

٢٥. يرتبطُ الحمضُ النوويُّ DNA بغشاءِ الخليَّةِ.

الفصل

٢ الطلائعيّاتُ والفُطْريّاتُ

الفكرةُ الرئيسةُ

الطلائعيّاتُ والفُطريّاتُ كائناتٌ حقيقيّةُ النواةِ.

القِسْم

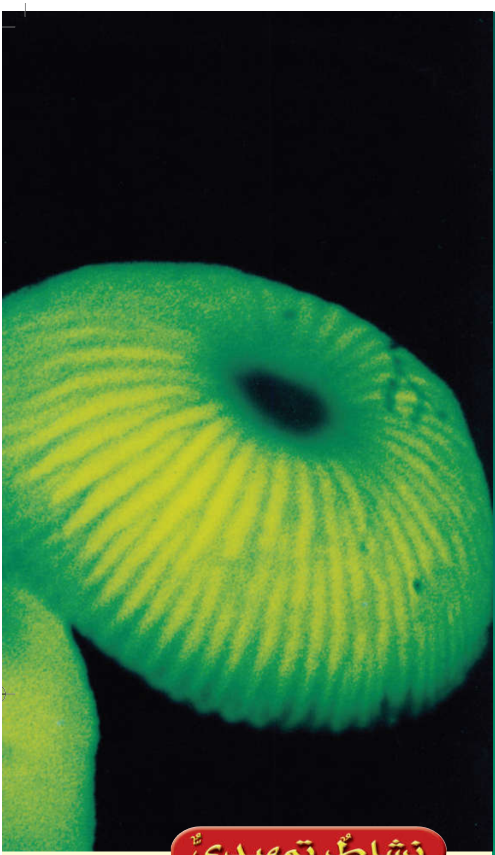
① الطلائعيّات ٢٤

② أنواعُ الطلائعيّاتِ ٢٨

③ الفُطريّات ٣٤

حولَ الصورةِ

هذه الأقراصُ الوهّاجةُ قد تبدو مثلَ السفنِ الفضائيّةِ، لكنّها كائناتٌ فطريّةٌ؛ بعضُ الفُطريّاتِ، وبعضُ الطلائعيّاتِ، تتوهَّجُ نتيجةً للإضاءةِ الحيويّةِ مثلَ اليَراعات. الإضاءةُ الحيويّةُ هي إنتاجُ الضَّوءِ بواسطةِ تفاعلاتٍ كيميائيّةٍ تتمُّ داخلَ الكائنِ الحيِّ نفسِه. يعتقدُ بعضُ العلماءِ أنّ هذا الوَهَجَ يجذِبُ الحشراتِ التي تساعدُ على نشرِ أبواغِ الفُطرِ. ويعتقدُ علماءُ آخرونَ أنّ الضوءَ هو وحدَه الطريقةُ لإطلاقِ الطاقةِ.

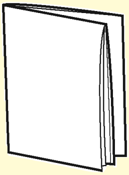


نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كُتيِّب: قبلَ أنْ تبدأَ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الكتيِّبِ**.

عَنْوِنْ كلَّ صفحةٍ من الكتيِّبِ بفكرةٍ رئيسةٍ من الفصلِ. اكتُبْ، وأنتَ تقرأُ الفصلَ، ما تتعلَّمُهُ حولَ كلِّ فكرةٍ رئيسةٍ، على الصفحةِ المناسبةِ من الكُتَيِّبِ.



نشاطٌ استهلاليٌّ

عالَمٌ مِجْهَريٌّ

في هذا النشاطِ، تجدُ بعضَ الطلائعيّاتِ الشائعةِ في ماءِ بركةٍ، أو في نَقّعِ قَشٍّ.

الخطوات

١. استخدِمْ **قطّارةً بلاستيكيَّةً** لوضعِ **قطرةٍ واحدةٍ من ماءِ البركةِ**، **أو نَقْعِ القَشِّ**، على **شريحةٍ مجهريَّةٍ**.

٢. أضِفْ **قطرةً من الجليسرينِ** إلى الشريحةِ.

٣. استخدِمْ **غِطاءَ شريحةٍ بلاستيكيًّا**. ضَعْ إحدى حافتَيْهِ على الشريحةِ، ثم أنزِلْهُ ببطءٍ على الشريحةِ لتمنَعَ انحباسَ فقاقيعِ الهواءِ.

٤. لاحظِ الشريحةَ تحت التكبيرِ المنخفضِ **للمِجْهرِ**.

٥. ابحثْ عن كائنٍ حيٍّ في السائلِ الذي على الشريحةِ.

٦. لاحظِ الكائنَ الحيَّ بالتكبيرِ العالي لتحصُلَ على صورةٍ أقربَ.

٧. ارسُمِ الكائنَ الحيَّ كما تراهُ بالتكبيرِ العالي، ثمَّ أَعدِ المِجهرَ إلى التكبيرِ المنخفضِ، ابحثْ عن كائناتٍ حيَّةً أخرى لترسُمَها. أرجعِ المِجهرَ إلى التكبيرِ العالي، وارسُمِ الكائناتِ الحيَّةَ الجديدةَ.

التحليل

١. كم نوعًا من الكائناتِ الحيَّةِ ترى؟

٢. هل هذه الكائناتُ حَيَّةٌ؟ ادعمْ جوابَكَ بالدليلِ.

٣. ما عددُ الخلايا في كلِّ كائنٍ حيٍّ تراه؟

القسمُ

١

الطلائعيّات

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يعدِّدُ خصائصَ الطلائعيّاتِ.
- يعدِّدُ أربعَ طرقٍ تحصلُ بها الطلائعيّاتُ على الغِذاءِ.
- يحددُ ثلاثَ طرقٍ تتكاثرُ بها الطلائعيّاتُ.

المفرداتُ والمفاهيم

الكائنُ الطلائعيُّ
غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ
الطفيل
العائل

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القِسْمَ بصمت. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلتكَ في مجموعةٍ صغيرة.

بعضُها صغيرٌ جداًّ حتى أنّهُ لا يمكنُ أنْ يُرى من دونِ مِجْهَرٍ، وبعضُها الآخرُ ينمو بطولِ عِدّةِ أمتارٍ. ومنها سامٌّ، بينما يوفِّرُ الآخَرُ الغذاءَ للإنسانِ.

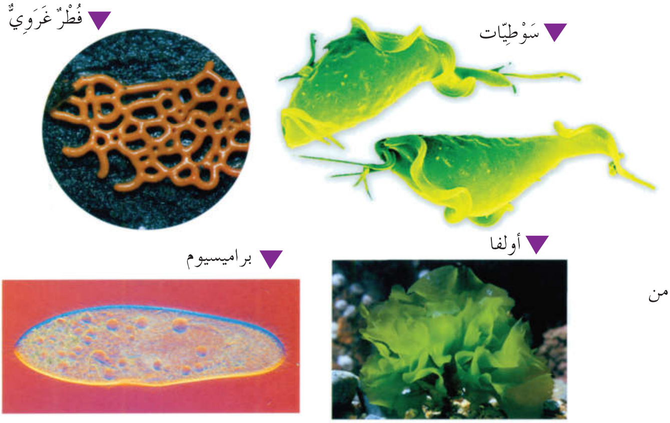
الكائنُ الطلائعيُّ **Protist** فردٌ في مملكةِ الطلائعيّاتِ. وتختلفُ الطلائعيّاتُ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى من عدّة جوانبَ. انظرْ إلى **الشكلِ ١** لرؤيةِ مجموعةٍ مميَّزةٍ من الطلائعيّاتِ.

خصائصُ عامَّةٌ

الطلائعيّاتُ متنوِّعةٌ جدًّا، ولديها بعضُ الميزاتِ المشتركةِ بينَها. معظمُ الطلائعيّاتِ كائناتٌ حيَّةٌ أحاديَّةُ الخليَّةِ، لكنَّ بعضَها مكوَّنٌ من عِدَّةِ خلايا، ويعيشُ قسمٌ منها في مستعمرات. تُنتِجُ بعضُ الطلائعيّاتِ غذاءَها الخاصَّ، ويتغذّى بعضُها على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو على موادَّ متحلِّلةٍ. تتحكَّمُ أنواعٌ من الطلائعيَّاتِ في حركاتِها الخاصَّةِ، ولاتستطيعُ أنواعٌ أُخرى ذلك. لكنَّ جميعَ الطلائعيّاتِ حقيقيّةُ النواةِ، وهذا يعني أنّ كلَّ خليَّةٍ من خلاياها ذاتُ نواةٍ حقيقيَّةٍ.

أفرادُ مملكةِ الطلائعيّاتِ يجمعُها اختلافُها عن أعضاءِ الممالكِ الأخرى، أكثرَ مما يجمعُها التشابهُ في ما بينَها. والطلائعيّاتُ أقلُّ تعقيدًا من سائرِ الكائناتِ الحيَّةِ حقيقيَّةِ النواةِ. فخلافًا للفطرِ والنباتاتِ والحيواناتِ، ليسَ للطلائعيَّاتِ، مثلاً، أنسجةٌ متخصِّصَةٌ. ولأنَّ الطلائعيّاتِ متنوِّعةٌ جدًّا، يرى بعضُ العلماءِ بوجوبِ تقسيمِ مملكةِ الطلائعيّاتِ إلى عدَّةِ ممالكَ، ولا يزالون إلى الآنَ يراجعونَ تصنيفَ الطلائعيّاتِ.

الكائنُ الطلائعيُّ: كائنٌ حيٌّ ينتمي إلى مملكةِ الطلائعيّاتِ.



▼ سَوْطِيّات

▼ فُطْرٌ غَرَوِيٌّ

▼ أولفا

▼ براميسيوم

الشكل ١ للطلائعيّاتِ كثيرٌ من الأشكالِ المختلفة.

الطلائعيّاتُ والغِذاءُ

تَحصلُ الطلائعيّاتُ على الغذاءِ بعدَّةِ طرقٍ. تصنعُ بعضُ الطلائعيّاتِ غذاءَها الخاصَّ. وتتغذّى بعضُ الطلائعيّاتِ على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو أجزاءٍ أو منتَجاتٍ من كائناتٍ حيَّةٍ أخرى. تستخدمُ بعضُ الطلائعيّاتِ أكثرَ من طريقةٍ واحدةٍ للحصولِ على الغذاءِ.

إنتاجُ الغذاءِ

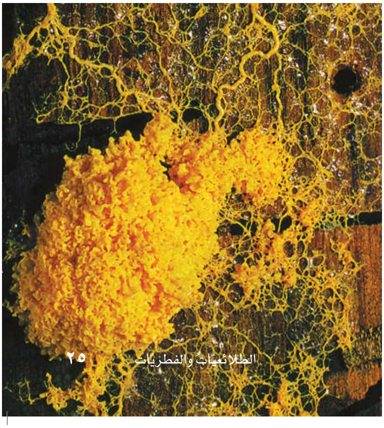
بعضُ الطلائعيّاتِ منتجةٌ، تصنعُ غذاءَها الخاصَّ مثلَ النباتاتِ الخضراءِ. لدى الطلائعيّاتِ المُنتجةِ تراكيبُ خاصَّةٌ في خلاياها، تسمّى **البلاستيداتِ الخضراءِ**. تلتقطُ هذه التراكيبُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ. تستخدمُ الطلائعيّاتُ هذه الطاقةَ لإنتاجِ الغذاءِ، بعمليَّةٍ تسمّى **البناءَ الضوئيَّ**. تستخدمُ النباتاتُ العمليَّةَ نفسَها لصُنْعِ غذائِها الخاصِّ.

الحصولُ على الغذاءِ

بعضُ الطلائعيّاتِ تحصلُ على الغذاءِ الجاهزِ من بيئتِها. هذه الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ. **غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ** Heterotrophs كائناتٌ حيَّةٌ لا تستطيعُ صُنْعَ غذائِها الخاصِّ. تتغذّى هذه الكائناتُ الحيَّةُ على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو أجزاءَ كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو مُنتجاتِها أو بقاياها.

تتغذّى طلائعيّاتٌ كثيرةٌ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ على كائناتٍ حيَّةٍ صغيرةٍ، مثلِ البكتيريا أو الخميرةِ أو الطلائعيّاتِ الأخرى. الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ تشبهُ الحيواناتِ في طريقةِ حصولِها على الغذاءِ. بعضُ الطلائعيّاتِ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ محلِّلةٌ. يحصلُ **المحلِّلُ** على الطاقةِ بتفكيكِ الموادِّ العضويَّةِ المَيْتَةِ. وبعضُ الطلائعيّاتِ تحصلُ على الطاقةِ بأكثرَ من طريقةٍ. مثلاً: يحصلُ الفطرُ الغرويُّ، كما في **الشكل ٢**، على الطاقةِ بابتلاعِ كائناتٍ حيَّةٍ صغيرةٍ، وجسيماتِ موادَّ عضويَّةٍ.

بعضُ الطلائعيّاتِ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ طفيليّاتٌ. يغزو **الطفيلُ** Parasite كائنًا حيًّا آخرَ للحصولِ على الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها. الكائنُ الحيُّ الذي يغزوهُ الطفيلُ يسمّى **العائلَ** Host. تسبِّبُ الطفيليّاتُ الأذى لعوائِلِها. والطلائعيّاتُ الطفيليَّةُ قد تغزو فطريَّاتٍ أو نباتاتٍ أو حيواناتٍ. في أواسطِ القرنِ التاسعَ عشرَ، أبادَ أحدُ الطلائعيَّاتِ الطفيليَّةِ معظمَ محصولِ البطاطسِ في إيرلندا. وبفقدانِ البطاطسِ نقصَ الطعامُ وماتَ كثيرٌ من الناسِ جوعًا. واليومَ، يَعرفُ الناسُ كيفَ يحمونَ المحاصيلَ من طلائعيّاتٍ كثيرةٍ كتلكَ.



الشكل ٢ يحصُلُ الفطرُ الغرويُّ على الطاقةِ من الكائناتِ الحيَّةِ الصغيرةِ وجسيماتِ الموادِّ العضويَّةِ.

نشاطٌ منزليٌّ

غذاءُ الفكرِ

راجعْ، بمشاركةِ عائلتِكَ، كيفَ تحصُلُ المنتِجاتُ والمستهلِكاتُ والمحلِّلاتُ والطفيليّاتُ على الطاقةِ. فكِّرْ في الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ قربَ بيتِكَ، والتي تحصُلُ على غذائِها بهذه الطرقِ المختلفةِ. ثمَّ قمْ بإعدادِ مُلصَقٍ لعرضِ أمثلتِكَ. تأكَّدْ من أنَّ الملصقَ يَصِفُ كلَّ طريقةٍ من طرقِ الحصولِ على الغذاءِ.

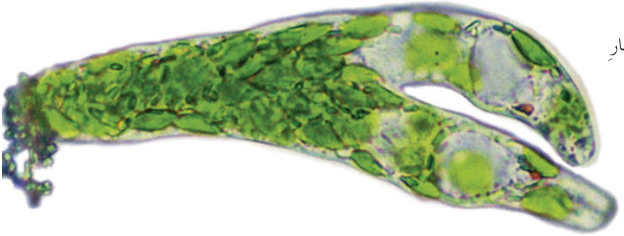
تحقَّقْ

كيفَ تحصُلُ الطلائعيّاتُ المنتِجاتُ على غذائِها؟

غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ: كائنٌ حيٌّ يحصُلُ على الغذاءِ بأكلِه الكائناتِ الحيَّةَ الأخرى أو نواتجَها الثانويَّةَ. ولا يستطيعُ الكائنُ غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ صُنْعَ المركَّباتِ العضويّةِ من الموادِّ اللاعضويّةِ.

الطفيلُ: كائنٌ حيٌّ يتغذّى بأكلِه كائنًا حيًّا من نوعٍ آخرَ (العائلِ). والطفيلُ في العادةِ، يؤذي العائلَ. لا يستفيدُ العائلُ أبدًا من وجودِ الطفيلِ.

العائلُ: كائنٌ حيٌّ يأخذُ منه الطفيلُ الغذاءَ لنفسه أو يتَّخذُهُ ملجأً.



الشكل ٣ تتكاثرُ *اليوجلينا* بالانشطارِ الثنائيِّ والطوليِّ.

تكاثرُ الطلائعيّاتِ

تتكاثرُ الطلائعيّاتُ، كما تتكاثرُ جميعُ الكائناتِ الحيَّةِ. إنَّها تتكاثرُ بعدَّةِ طرقٍ. بعضُها يتكاثرُ لاجنسيًّا، ويتكاثرُ بعضُها الآخرُ جنسيًّا. وتتكاثرُ بعضُ الطلائعيّاتِ لاجنسيًّا في مرحلةٍ من دورةِ حياتِها، وجنسيًّا في مرحلةٍ أخرى.

التكاثرُ اللاجنسيُّ

تتكاثرُ معظمُ الطلائعيّاتِ لاجنسيًّا. في التكاثرِ اللاجنسيِّ، يكون النسلُ ناتجًا من فردٍ واحدٍ فقط. هذا النسلُ مماثلٌ تمامًا للفردِ الذي نَشَأَ منه. يُظهِرُ **الشكل ٣ اليوجلينا** التي تتكاثرُ لاجنسيًّا بطريقةِ الانشطارِ الثنائيِّ. في الانشطارِ الثنائيِّ، ينقسمُ الطلائعيُّ أحاديُّ الخليَّةِ إلى خليَّتَيْن. في بعضِ الحالاتِ، يستخدمُ الطلائعيُّ أحاديُّ الخليَّةِ الانشطارَ المتعدِّدَ لإنتاجِ أكثرَ من خليَّتين من فردٍ واحدٍ في الوقتِ نفسِه. كلُّ خليَّةٍ جديدةٍ هي طلائعيٌّ أحاديُّ الخليَّةِ.

التكاثرُ الجنسيُّ

يمكنُ لبعضِ الطلائعيّاتِ أن تتكاثرَ جنسيًّا، حيثُ يتطلَّبُ التكاثرُ الجنسيُّ أبوَيْن. أحيانًا يتكاثرُ **البراميسيومُ** جنسيًّا بعمليَّةٍ تسمّى **الاقتران**. يعرِضُ **الشكل ٤** كائنَيْ براميسيومَ أثناءَ عمليَّةِ الاقتران.

تستطيعُ طلائعيَّاتٌ كثيرةٌ أنْ تتكاثرَ لاجنسيًّا وجنسيًّا. عند بعضِ الطلائعيّاتِ المنتِجةِ، تتبدَّلُ طريقةُ التكاثرِ كلَّ جيلٍ. مثلاً: يتكاثرُ الأبُ بشكلٍ لاجنسيٍّ، بينَما يتكاثرُ نسلُه جنسيًّا. وتتكاثرُ طلائعيّاتٌ أُخرى بشكلٍ لاجنسيٍّ إلى أن تصبحَ الظروفُ البيئيَّةُ قاسيةً، كأنْ يتضاءلَ الغذاءُ أو الماءُ، فتستخدمُ التكاثرَ الجنسيَّ، وتبقى كذلك إلى أن تتحسَّنَ الظروفُ.

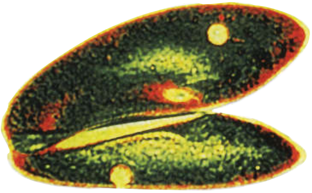
تحقَّقْ

ما الطريقتان اللتان يمكنُ أن تتكاثرَ بهما الطلائعيّاتُ بالانشطارِ لاجنسيًّا؟

وقْفَةٌ مع الرياضيّات

أزواجٌ من البراميسيوم

افترِضْ أنَّ ثلاثةَ أزواجٍ من الطلائعيّاتِ من جنسِ البراميسيوم تقترنُ في الوقتِ نفسِه. كلُّ زوجٍ يخلِّفُ بنجاحٍ أربعةَ طلائعيّاتٍ، لكلٍّ منها مزيجٌ جديدٌ من المادَّةِ الوراثيَّةِ. ثُمَّ تقومُ الأفرادُ الجديدةُ بدورةٍ ناجحةٍ أخرى من الاقتران. كَمْ من هذه الطلائعيّاتِ يكونُ موجودًا بعد هذه الدورةِ من الاقتران؟

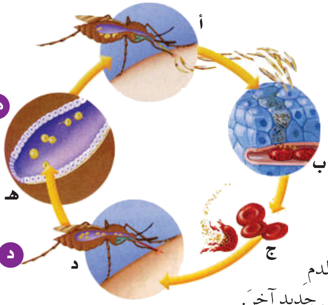


الشكل ٤ أحيانًا يتكاثرُ *البراميسيومُ* بالاقترانِ، وهو نوعٌ من التكاثرِ الجنسيِّ.

دورةُ حياةِ البلازموديوم

لدى بعضِ الطلائعيّاتِ دوراتٌ تكاثريَّةٌ معقَّدةٌ. تغيِّرُ هذه الطلائعيّاتُ شكلَها عدَّةَ مرّاتٍ. يظهرُ **الشكلُ ٥** دورةَ حياةِ **البلازموديوم فيفاكس**، وهو الكائنُ الطلائعيُّ الذي يسبِّبُ مرضَ الملاريا. يعتمدُ هذا الطلائعيُّ على الإنسانِ والبعوضِ للتكاثرِ.

الشكل ٥ يصيبُ البلازموديوم فيفاكس الإنسانَ والبعوضَ أثناءَ تكاثرِه.



أ عندَما تلسعُ بعوضةٌ مصابةٌ إنسانًا تطلقُ البلازموديوم فيفاكس في دَمِه.

ب يدخلُ البلازموديوم فيفاكس خلايا الكَبِدِ البشريَّة، ويتكاثرُ ويعودُ إلى مجرى الدمِ بشكلٍ جديدٍ.

ج يغزو البلازموديوم فيفاكس خلايا الدمِ الحمراءَ ويتكاثرُ بسرعة. تنفجرُ خلايا الدمِ الحمراءُ، ويخرجُ البلازموديوم في شكلٍ جديدٍ آخرَ.

د تلسعُ بعوضةٌ جديدةٌ إنسانًا مصابًا وتلتقطُ البلازموديومَ فيفاكس.

هـ ينضجُ البلازموديومُ في البعوضةِ حتى يبلغَ شكلَهُ الأصليَّ، ثم تبدأُ الدورةُ من جديدٍ.

مُراجعةُ القِسْم

ملخَّص

- الطلائعيّاتُ مجموعةٌ متنوِّعةٌ من الكائناتِ الحيَّةِ أحاديَّةِ الخليَّةِ وعديدةِ الخلايا.
- يجمعُ التصنيفُ الطلائعيّاتِ في مملكتِها الخاصّةِ، لأنها مختلفةٌ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى من عدَّةِ جوانبَ.
- تحصُلُ الطلائعيّاتُ على الغذاءِ بإنتاجِه، أو بالحصولِ عليه من بيئتِها.
- تتكاثرُ طلائعيّاتٌ بطريقةٍ لاجنسيَّةٍ، وتتكاثرُ طلائعيّاتٌ جنسيًّا. وهناكَ طلائعيّاتٌ تتكاثرُ بشكلٍ لاجنسيٍّ وجنسيٍّ معًا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتَيْنِ، **الطفيلَ والعائلَ**، في جملةٍ واحدةٍ.

٢. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **الكائنُ الطلائعيُّ**، وغيرِ **ذاتيّ التغذيةِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من التالي تختلفُ به الطلائعيّاتُ عن النباتاتِ والحيواناتِ؟

أ. الطلائعيّاتُ حقيقيَّةُ النواةِ.

ب. لدى جميعِ الطلائعيّاتِ خلايا كثيرةٌ.

ج. ليسَ للطلائعيّاتِ أنسجةٌ متخصِّصةٌ.

د. الطلائعيّاتُ ليسَتْ حقيقيَّةَ النواةِ.

٤. اذكُرْ ميزةً مشتركةً بين مختلفِ الطلائعيّاتِ.

٥. اذكُرْ ثلاثَ خصائصَ تختلفُ فيها الطلائعيّاتُ بعضُها عن بعضٍ.

٦. اذكُرْ أربعةَ طرقٍ تحصُلُ بها الطلائعيّاتُ على الغذاءِ.

٧. اذكُرْ ثلاثَ طرقٍ تتكاثرُ بها الطلائعيّاتُ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. إذا تكاثرَ سبعةٌ من أفرادِ ***اليوجلينا*** في الوقتِ نفسِه، فكم يكونُ عددُ الأفرادِ الناتجةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تحديدُ العلاقاتِ**: ما أوجهُ التشابُهِ بينَ الاقترانِ والانشطارِ؟

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: يعتمدُ انتشارُ الملاريا على كلا العائلَيْنِ، البعوضةِ والإنسانِ. انطلقْ من هذه الحقيقةِ، وفكِّرْ في طريقةٍ مناسبةٍ لإيقافِ انتشارِ الملاريا.

القسمُ
٢

أنواعُ الطلائعيّاتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيف يُمكنُ أن تُنظَّمَ الطلائعيّاتُ في ثلاثِ مجموعاتٍ، بناءً على ميزاتِها المشترَكة.
- يُدرجُ مثالاً على كلِّ مجموعةٍ من الطلائعيّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الطحالب

العوالقُ النباتيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: وأنت تقرأُ هذا القسمَ، قمْ بإعدادِ جدولٍ تقارنُ فيه بينَ الطلائعيّاتِ المُنتِجةِ وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي يمكنُها التحرُّكُ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ.

هل تصدّقُ أنَّ هناك كائنًا حيًّا يعيشُ في غابةٍ، ويبدو كأنَّهُ كتلةُ بيضٍ مخفوقٍ؟ هذا الكائنُ الحيُّ موجودٌ بالفعل، وهو من الطلائعيّاتِ.

الكُتَلُ المخاطيَّةُ للطلائعيّاتِ تبدو مثلَ الغذاءِ المسكوبِ. والطلائعيّاتُ الموجودةُ على أسطحِ زجاجِ حوضِ أسماكٍ قد تبدو قذارةً. والقليلُ فقط من أنواعِ الطلائعيّاتِ الكثيرةِ بعضُها يشبهُ بعضًا.

من الصعبِ تصنيفُ هذه الكائناتِ الحيَّةِ الفريدةِ. يزدادُ العلماءُ معرفةً بشكلٍ دائمٍ لعلاقاتِ الطلائعيّاتِ. لذلك يصعبُ تنظيمُ الطلائعيّاتِ في مجموعاتٍ. إحدى الطرقِ التي تُصَنَّفُ على أساسِها الطلائعيّاتُ تستندُ إلى الميزاتِ المشتركةِ فيما بينها. بهذهِ الطريقةِ، يمكنُ للعلماءِ أن يصنِّفوا الطلائعيّاتِ في ثلاثِ مجموعاتٍ، هي: الطلائعيّاتُ المنتجةُ، وغيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُها التحرُّكُ، وغيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ. هذا التصنيفُ لا يُظهِرُ العلاقةَ بينَ الطلائعيّاتِ. لكنَّهُ يساعدُنا على فهمِ أوجهِ الاختلافِ بين الطلائعيّاتِ.

الطلائعيّاتُ المنتِجةُ

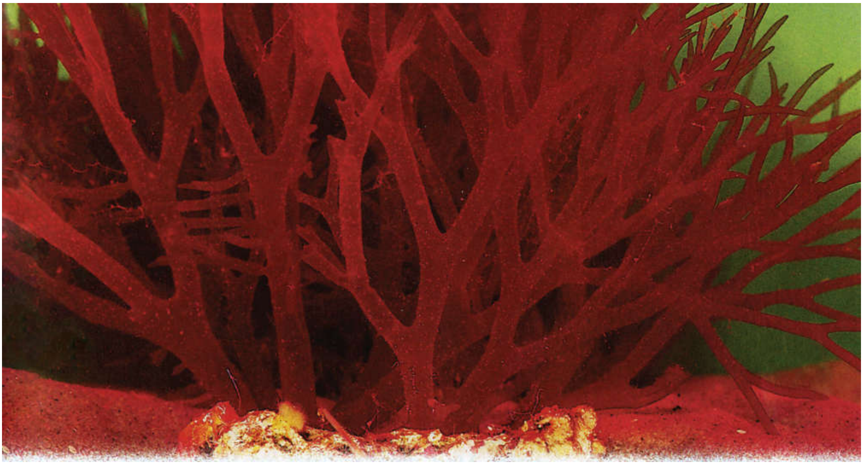
يوجدُ الكثيرُ من الطلائعيّاتِ المنتِجةِ. الطلائعيّاتُ المنتجةُ، كالنباتاتِ، من حيثُ استخدامُها طاقةَ ضَوْءِ الشمسِ لصُنْعِ الغذاءِ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. هذه الطلائعيّاتُ المنتِجةُ تُسمّى **الطحالب** Algae. تحتوي جميعُ الطحالبِ على الصِّبغةِ الخضراءِ، أي الكلوروفيل الذي يُستخدمُ لصُنْعِ الغذاءِ. لكنَّ أكثرَ الطحالبِ تحتوي على صبغاتٍ أُخرى أيضًا تعطيها ألوانًا غيرَ الأخضرِ. تعيشُ جميعُ الطحالبِ تقريبًا في الماءِ.

بعضُ الطحالبِ مكوَّنةٌ من خلايا كثيرةٍ، كما يظهرُ في **الشكل ١**. تعيشُ الطحالبُ عديدةُ الخلايا، عمومًا، في الماءِ الضحلِ على طولِ الشاطئِ. تُعرفُ هذه الطحالبُ بالأعشابِ البحريَّةِ. ويمكنُ لبعضِها أنْ ينمُوَ حتّى عِدَّةِ أمتارٍ. الطحالبُ أُحاديَّةُ الخليَّةِ العائمةُ تسمّى **العوالقَ النباتيَّةَ** Phytoplankton. هذه الطحالبُ لا تُرى من دون مجهرٍ. وهي تطفو عادةً قربَ سطحِ الماءِ. توفِّرُ العوالقُ النباتيَّةُ الغذاءَ لكثيرٍ من الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى في الماءِ. وهي تنتجُ معظمَ أكسجينِ العالمِ أيضًا.

الطحالب: كائناتٌ حيَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ تحوِّلُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ إلى غذاءٍ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ، لكنَّها بلا جذورٍ ولا سيقانٍ ولا أوراقٍ.

العوالقُ النباتيَّةُ: كائناتٌ حيَّةٌ مجهريَّةٌ تقومُ بالبناءِ الضوئيِّ، وتعومُ قربَ سطحِ البحرِ أو في المياهِ العذبةِ.

الشكل ١ بعضُ أنواعِ الطحالبِ، كهذا العشبِ البحريِّ العملاقِ، يمكنُها أن تنموَ حتى أمتارٍ كثيرةٍ.



الشكل ٢ طُحْلُبٌ أحمرُ.

الطحالبُ الحمراءُ

تعيشُ أكثرُ الطحالبِ الحمراءِ في المحيطاتِ الاستوائيَّةِ. يكونُ طولُها عادةً أقلَّ من 1 m. تحتوي خلايا الطحالبِ الحمراءِ على الكلوروفيلِ. لكنَّ صِبغةً حمراءَ إضافيَّةً تعطيها اللونَ الأحمرَ كما في **الشكلِ ٢**.

تحقّقْ

إذا كانَتْ خلايا الطحالبِ الحمراءِ تحتوي على الكلوروفيلِ، فلمَ لا تكونُ خضراءَ؟

الطحالبُ الخضراءُ

الطحالبُ الخضراءُ لونُها أخضرُ، لأنَّ الكلوروفيلَ هو الصِّبغةُ الرئيسةُ في خلاياها. أكثرُها يعيشُ في الماءِ أو التربةِ الرطْبةِ. لكنَّ هناك طحالبَ أخرى تعيشُ على جذوعِ الأشجارِ.

بعضُ الطحالبِ الخضراءِ أحاديَّةُ الخليَّةِ، وبعضُها عديدُ الخلايا. تعيشُ بعضُ أنواعِ الطحالبِ الخضراءِ أحاديَّةِ الخليَّةِ في مجموعاتٍ تسمّى **المستعمراتِ**، كالفولفوكسِ في **الشكلِ ٣**.

الطحالبُ البُنِّيّةُ

أغلبُ الأعشابِ البحريَّةِ الموجودةِ في المناخِ البارِدِ هي طحالبُ بُنِّيَّةٌ. وهي ترتبطُ بالصخورِ أو تشكِّلُ مساكبَ كبيرةً عائمةً في مياهِ المحيطِ. تحتوي الطحالبُ البُنيَّةُ على كلوروفيلٍ وصِبغةٍ بُنِّيَّةٍ مصفرَّةٍ. وبعضُها ينمو حتى ٦٠ مترًا.

الشكل ٣ الفولفوكس طحلبٌ أخضرُ ينمو في مستعمراتٍ مستديرةٍ.

الدياتومات

الدياتوماتُ كائناتٌ أُحاديَّةُ الخليَّةِ موجودةٌ في المياهِ المالحةِ، كما في المياهِ العذبةِ. تحصُلُ الدياتوماتُ على طاقتِها من البناءِ الضوئيِّ. وهي تشكِّلُ نسبةً مئويَّةً كبيرةً من العوالِقِ النباتيَّةِ. تَظهرُ في **الشكل ٤** بعضُ الدياتوماتِ في عددٍ من الأشكالِ الهندسيَّةِ. جُدرُ خلايا الدياتوماتِ تحتوي على مادَّةٍ شبهِ زجاجيَّةٍ تسمّى **السيليكا**. خلايا الدياتوماتِ محصورةٌ داخلَ صدفةٍ من جزءَيْن.

الشكل ٤ بالرُّغْمِ من أنَّ أكثرَ الدياتوماتِ تطفو، فإن بعضَها يلتصقُ بنباتاتٍ أو أصدافٍ أو سلاحفَ بحريَّةٍ أو حيتانٍ.

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ كائناتٌ أُحاديَّةُ الخليَّةِ تعيشُ في الماءِ العذبِ. وهي تستخدِمُ أسواطَها للتحرُّكِ في الماءِ. وهناك يوجلينياتٌ كثيرةٌ منتجةٌ وتصنعُ غذاءَها الخاصَّ. لكنْ عندما لا يوجدُ ما يكفي من الضوءِ لصنعِ الغذاءِ، تستطيعُ أن تحصُلَ على الغذاءِ كالكائناتِ غيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٥** تركيبَ أحدِ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ.

الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي يمكنُها التحرُّكُ

تتميَّزُ بعضُ الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيَّةِ التغذيَّةِ بميزاتٍ خاصَّةٍ تسمحُ لها بالتحرُّكِ. بينما تعجزُ الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيّةِ التغذيَةِ الأخرى عن التنقُّلِ وحدَها. الطلائعيّاتُ التي يمكنُها التحرُّكُ تكونُ عادةً مستهلكاتٍ أو طفيليّاتٍ أُحادِيَّةَ الخليَّةِ. هذه الطلائعيّاتُ المتحرِّكةُ تُسمّى أحيانًا **الأوَّلِيّاتِ**.

تحقَّقْ

فيمَ تشبهُ الطحالبُ اليوجلينيَّةُ النباتاتِ والحيواناتِ معًا؟

الأميبا

الأميبا من الأوَّلِيّاتِ. وهي تعيشُ في المياهِ العذبةِ والمياهِ المالحةِ وفي التربةِ، وتعيشُ كطفيليّاتٍ في الحيواناتِ. تأكلُ أنواعٌ كثيرةٌ من الأميبا البكتيريا والطلائعيّاتِ الصغيرةِ. وتعيشُ أميبياتٌ طفيليَّةٌ معيَّنةٌ داخلَ أمعاءِ الإنسانِ، وتسبِّبُ مرضًا يُسمّى الزحارَ الأميبيَّ.

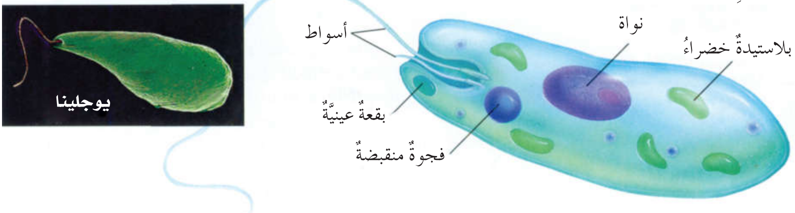
الشكل ٥ تركيبُ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ

يحدُثُ البناءُ الضوئيُّ في **البلاستيداتِ الخضراءِ.** تحتوي هذه التراكيبُ على صِبْغةِ الكلوروفيلِ الخضراءِ.

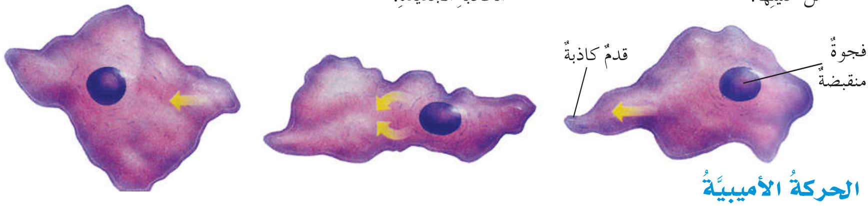
معظمُ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ لها **سوطان**، واحدٌ طويلٌ والثاني قصيرٌ، تتحرَّكُ بهما في الماءِ.

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ لا تَرَى، لكنها تضُمُّ **بقعتَيْنِ عينيَّتَيْنِ** لاستقبالِ الضَّوْءِ.

وللخليَّةِ تركيبٌ خاصٌّ يُسمّى **الفجوةَ المنقبضة**، لإخراجِ الماءِ الزائدِ من الخليَّةِ.



الشكل ٦ الحركةُ الأميبيَّةُ



١ أميبا تمدُّ قدمًا كاذبةً جديدةً من جزءٍ من خليَّتِها.

٢ بقيَّةُ الخليَّةِ تنصبُّ في القدمِ الكاذبةِ الجديدةِ.

٣ الأقدامُ الكاذبةُ الأخرى تتراجعُ.

الحركةُ الأميبيَّةُ

تتحرَّكُ الأميبا بواسطةِ أقدامٍ كاذبةٍ. ولكي تتحرَّكَ، تمدُّ قدمًا كاذبةً إلى خارجِ الخليَّةِ. ثمَّ تنصبُّ الخليَّةُ فيها. يظهرُ في **الشكلِ ٦** كيف تستعملُ الأميبا الأقدامَ الكاذبةَ للحركةِ.

تستخدِمُ الأميبا الأقدامَ الكاذبةَ أيضًا للإمساكِ بالغذاءِ. يُهضَمُ الغذاءُ فيما بعدُ في **الفجوةِ الغذائيةِ**، بواسطةِ أنزيماتٍ. يظهرُ في **الشكلِ ٧** أميبا تُمسِكُ بغذاءٍ.

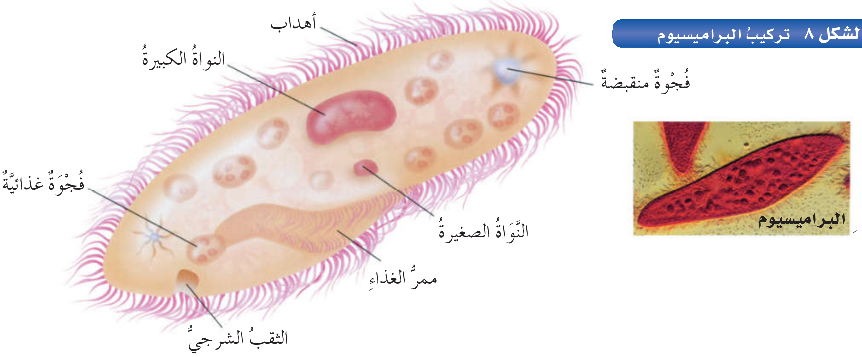
الشكل ٧ أميبا تحيطُ بفريستِها.

الهُدْبيّات

الهُدْبيّاتُ طلائعيّاتٌ معقَّدةٌ. لها مئاتُ التراكيبِ شبهِ الشعريَّةِ الصغيرةِ جدًّا، تُعرَفُ **بالأهدابِ**. تُحرِّكُ الأهدابُ الكائنَ الطلائعيَّ إلى الأمامِ بالنبضِ ذهابًا وإيابًا. تدفعُ الأهدابُ أيضًا الغذاءَ نحوَ ممرِّ الغذاءِ. أكثرُ الهدبيّاتِ شُهْرةً هو **البراميسيومُ** الظاهرُ في **الشكلِ ٨**.

لخليَّةِ البراميسيوم نواتانِ. النواةُ الكبيرةُ التي تتحكَّمُ في وظائفِ الخليَّةِ. والنواةُ الصغيرةُ لها دورٌ في التبادلِ الوراثيِّ أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ.

الشكل ٨ تركيبُ البراميسيوم



يستخدمُ **البراميسيوم** أهدابًا لدفعِ الغذاءَ نحوَ **ممرِّ الغذاءِ**.

يدخلُ الغذاءُ **فجوةً غذائيَّةً**، وفيها تهضِمُهُ الأنزيماتُ.

تُطرَحُ فضلاتُ الغذاءِ من الخليَّةِ عبرَ **الثقبِ الشرجيِّ**.

تُخرِجُ **فجوةٌ منقبضةٌ** الماءَ الزائدَ.

الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ

بعضُ الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ طفيليَّةٌ ولا تتنقّلُ. وبعضُها الآخرُ يتنقَّلُ فقط في مراحلَ معيَّنةٍ من دورةِ حياتِه.

الطلائعيّاتُ المنتجةُ للأبواغِ

كثيرٌ من الطلائعيّاتِ المنتجةِ للأبواغِ طفيليّاتٌ. تمتصُّ هذه الطلائعيّاتُ الموادَّ الغذائيَّةَ من عوائلِها. وليسَ لها أهدابٌ أو أسواطٌ. دوراتُ حياتِها معقّدةٌ، وتتضمَّنُ عادةً عائليْنِ أو أكثرَ. مثلاً: تستخدِمُ الطلائعيَّاتُ التي تسبِّبُ الملاريا البعوضَ والإنسانَ كعوائلَ.

الفُطرُ الغرويُّ

الفطرُ الغَرَويُّ من الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيّةِ التغذيةِ. يمكنُهُ أن ينتقلَ فقط في بعضِ مراحلِ دورةِ حياتِه. يبدو مثلَ كتلٍ ملوَّنةٍ من المخاطِ لا شكلَ لها. يعيشُ الفطرُ الغروِيُّ في الأماكنِ الرطبةِ الباردةِ في الغاباتِ. ويستخدمُ أقدامًا كاذبةً للتنقُّلِ والتقاطِ ما يأكلُه من البكتيريا والخميرةِ.

تعيشُ بعضُ أنواعِ الفُطرِ الغرويِّ كخليَّةٍ عملاقةٍ فيها كثيرٌ من الأنويةِ وسيتوبلازمٌ موحَّدٌ في إحدى مراحلِ حياتِها. والخليَّةُ تواصلُ النموَّ ما دامَتْ تستطيعُ توفيرَ الغذاءِ والماءِ.

عندما تُصبحُ الظروفُ البيئيَّةُ قاسيةً، ينمو للفطرِ الغرويِّ تراكيبُ كالسيقانِ، على رؤوسِها كُتَلٌ مستديرةٌ، كما يظهرُ في **الشكل ٩**. تحتوي تلك الكتلُ على أبواغٍ. والأبواغُ خلايا تكاثريَّةٌ صغيرةٌ. تستطيعُ الأبواغُ أن تبقى لوقتٍ طويلٍ بلا ماءٍ أو بلا موادَّ غذائيَّةٍ. في المرحلةِ البوغيَّةِ الفطرُ الغرويُّ لا يتحرَّكُ. عندما تتحسَّنُ الظروفُ ينمو كلُّ بَوْغٍ، ويصبحُ فُطرًا غرويًّا جديدًا.

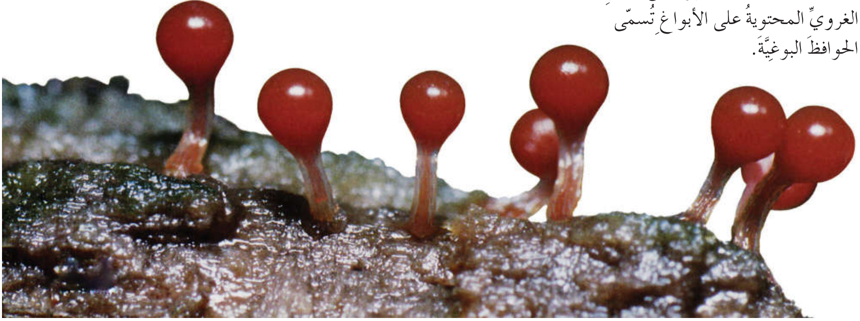
رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

الملاريا

البلازموديوم فيفاكس هو الكائنُ الطلائعيُّ الذي يُنتِجُ الأبواغَ ويسبِّبُ الملاريا. يصابُ الناسُ بالملاريا في المناطقِ الاستوائيَّةِ، إذا لسعهُمَ بعوضٌ يحملُ طفيلَ الملاريا. تُعالَجُ الملاريا بالأدويةِ، لكنَّ هذه الأدويةَ لا تصلُ إلى الكثيرين. فيموتُ الملايينُ كلَّ سنةٍ بسببِ الملاريا. ابحثْ حولَ نِسَبِ الإصاباتِ بالملاريا في الأجزاءِ المختلفةِ من العالمِ، وقدِّمْ نتائجَكَ إلى الصفِّ.

تحقَّقْ

كيف يتمكَّنُ الفطرُ الغرويُّ من البقاءِ في الظروفِ البيئيَّةِ القاسيةِ؟



الشكل ٩ التراكيبُ الكرويَّةُ من الفطرِ الغرويِّ المحتويةُ على الأبواغِ تُسمّى الحوافظَ البوغيَّةَ.

مُراجعةُ القِسْم

ملخَّص

- تنظَّمُ الطلائعيّاتُ في مجموعاتٍ، هي: المنتجاتُ، غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ التي تتحرَّكُ، غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ.
- الطلائعيّاتُ المنتجةُ تصنعُ غذاءَها الخاصَّ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. وتُعرَفُ بالطحالبِ، وأكثرُها يعيشُ في الماءِ. الطحالبُ أحاديّةُ الخليّةِ الطافيةُ هي عوالقُ نباتيّةٌ.
- الطحالبُ الحمراءُ والطحالبُ الخضراءُ والطحالبُ البُنّيَّةُ والدياتوماتُ وبعضُ اليوجلينيّاتِ، كلُّها طلائعيّاتٌ منتجةٌ.
- الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ لا تستطيعُ صُنْعَ غذائِها الخاصِّ. وهي مستهلِكةٌ أو محلِّلةٌ أو طُفَيْليَّةٌ. والطلائعيّاتُ التي يمكنُها أنْ تتحرَّكَ تسمّى أحيانًا الأَوَّليّاتِ.
- الأميبا والهدبيّاتُ كلُّها طلائعيّاتٌ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ، ويمكنُها التحرُّكُ.
- الطلائعيّاتُ المنتجةُ للأبواغِ، والفُطْرُ الغَرَويُّ، طلائعيّاتٌ لا تستطيعُ التحرُّكَ، أو يمكنُها أنْ تتحرَّكَ فقط في بعضِ مراحلِ دورةِ حياتِها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: **العوالقَ النباتيّةَ والطحالبَ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيُّ أنواعِ الطلائعيّاتِ التاليةِ منتجةٌ؟

أ. الدياتومات.

ب. الأميبا.

ج. الفُطرُ الغرويُّ.

د. الهدبيّات.

٣. كيف يتغذى الكثيرُ من الأميبا؟

أ. تفرزُ عصائرَ هضميَّةً على الغذاءِ.

ب. تنتجُ غذاءً من ضوءِ الشمسِ.

ج. تبتلعُ غذاءً بواسطةِ أقدامٍ كاذبةٍ.

د. تستخدمُ أهدابًا لتدفعَ الغذاءَ نحوَها.

٤. هاتِ مثالاً على طلائعيٍّ واحدٍ من كلٍّ من مجموعاتِ الطلائعيّاتِ الثلاثِ.

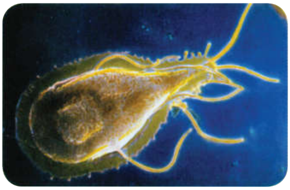
٥. علِّلْ: من المنطقيِّ تجميعُ الطلائعيّاتِ بناءً على الخصائصِ المشتركةِ بينها، بدلاً من العلاقاتِ بينَها.

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **مقارنة:** ما وجهُ الاختلافِ بينَ الطلائعيّاتِ المنتجةِ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُها الحركةُ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ الحركةَ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ المرفقةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٧. كيف يتحرَّكُ هذا الطلائعيُّ؟

٨. حدِّدْ صنفَ الطلائعيِّ الظاهرِ في الصورةِ. للقيامِ بذلك، اكتبْ قائمةً بأنواعِ الطلائعيّاتِ التي لا يمكنُ لهذا الكائنِ أنْ يكونَها.

القسمُ ٣

الفُطْرِيّات

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ خصائصَ الفُطْرِيّات.
- يميِّزُ بينَ المجموعاتِ الأربعِ الرئيسة للفُطْريّات.
- يوضِّحُ كيفَ تؤثِّرُ الأُشناتُ في بيئتِها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الفُطْر
الخيُوطُ الفُطْريَّةُ
الغَزْلُ الفُطْري
البَوْغ
العَفَن
الأُشنة

استراتيجيّةُ القراءةِ

تلخيصٌ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. شكِّلْ ثنائيًّا. تناوبْ أنتَ وزميلُكَ على تلخيص القِسْم. توقّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحة.

ما علاقةُ الجُبْنِ والخبزِ وصلصةِ الصويا بالفُطريّات؟ إنّ فُطْرًا ما يمكنُهُ أنْ يساهمَ في صُنْعِ كلٍّ من هذه الأطعمةِ.

الفُطريّاتُ موجودةٌ في كلِّ مكانٍ. إن عيشَ الغرابِ نوعٌ من الفُطرِ، والخميرةُ التي تُستخدمُ لصُنْعِ الخُبْزِ فطرٌ. وإن أُصبْتَ يومًا بمرض «قَدَمِ الرياضيِّ» فسببُ ذلك هو الفُطرُ.

خصائصُ الفُطْريّاتِ

الفطريّاتُ **Fungi** كائناتٌ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ، وهي حقيقيَّةُ النواةِ ولها جُدرٌ خلويَّةٌ قاسيةٌ، ولا تحتوي على الكلوروفيل. وتختلفُ جدًّا عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. فهي لذلك تنتمي إلى مملكتِها الخاصَّةِ. وللفُطريّات، كما ترى في **الشكل ١**، أشكالٌ وحجومٌ وألوانٌ متنوِّعةٌ.

غذاءُ الفُطْريّاتِ

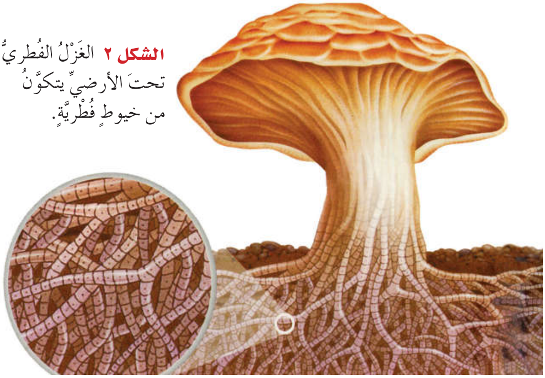
الفُطريّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ، وهي لا تستطيعُ الإمساكَ أو الإحاطةَ بالغذاءِ. لذلك كانَ يلزمُها أن تعيشَ على غذائِها أو قربَه. معظمُ الفُطريّاتِ مستهلكةٌ، تحصُلُ على الموادِّ الغذائيَّةِ بإفرازِ عصائرَ هضميَّةٍ على مصدرِ غذائِها، ثُمَّ امتصاص ذلك الغذاءِ المهضوم. كثيرٌ من الفطريّاتِ محلِّلةٌ، تتغذّى على الموادِّ النباتيَّةِ أو الحيوانيَّةِ المَيْتةِ. والفُطْريّاتُ الأخرى طفيليَّةٌ.

تعيشُ بعضُ الفُطْريّاتِ علاقةَ تبادلِ المنفعةِ مع كائناتٍ حيَّةٍ أخرى. مثلاً: ينمو كثيرٌ من أنواعِ الفُطريّاتِ على جذورِ النباتاتِ أو فيها. ويوفِّرُ النباتُ موادَّ غذائيَّةً للفُطْرِ، كما يساعدُ الفُطْرُ الجذرَ على امتصاصِ المعادنِ، ويحمي النباتَ من بعضِ الكائناتِ الحيَّةِ المسبِّبةِ للمرض. هذه العلاقةُ بين نباتٍ وفُطرٍ تُسمّى فطريّاتٍ جذريَّةً *mycorrhiza*.

الفُطْر: كائنٌ حيٌّ خلاياه ذاتُ أنويةٍ وجُدُرٌ خلويَّةٌ قاسية، وليس فيه كلوروفيل، وينتمي إلى مملكةِ الفُطْريّات.

الشكل ١ تختلفُ الفطريّاتُ كثيرًا في مظهرِها.

▼ فُطْرٌ مرجانيٌّ مستقيمٌ
▼ فُطْرُ القُبَّعة
▲ فُطْرُ عُشِّ الطيرِ



الشكل ٢ الغَزْلُ الفُطريُّ تحتَ الأرضيِّ يتكوَّنُ من خيوطٍ فُطْريَّةٍ.

تركيبُ الفطرِ

جميعُ الفُطْريّاتِ مكوَّنةٌ من خلايا حقيقيَّةِ النواةِ. لكنَّ بعضَها أحاديُّ الخليَّةِ، في حين أنَّ أكثرَها مكوَّنٌ من عدَّةِ خلايا. الفُطْريّاتُ عديدةُ الخلايا تتكوَّنُ من سلاسلَ من الخلايا تسمَّى **الخيوطَ الفُطْريَّةَ** **Hyphae**. خلايا هذه الخيوطِ لها فُتُحاتٌ بين جُدُرِ خلاياها. وهذه الفتحاتُ تسمحُ للسيتوبلازمِ بالتحرُّكِ بحرِّيَّةٍ بينَ الخلايا.

أغلبُ الخيوطِ التي تكوِّنُ الفطرَ تنمو معًا لتشكِّلَ كتلةً ملتفَّةً تسمَّى **الغَزْلَ الفُطْريَّ** **Mycelium**. يكوِّنُ الغزْلُ الفُطْريُّ الجزءَ الرئيسَ من الفُطرِ. لكنَّ هذه الكتلةَ مخفيَّةٌ عن النظرِ تحتَ الأرضِ. تظهرُ في **الشكلِ ٢** الخيوطُ الفُطريَّةُ لأحدِ الفُطْريّاتِ.

تكاثرُ الفُطْريّاتِ

يكونُ التكاثرُ لدى الفُطْريّاتِ إمّا جنسيًّا وإمّا لاجنسيًّا. يحدثُ التكاثرُ اللاجنسيُّ لدى الفُطْريّاتِ بطريقتَيْن. عندَ التكاثرِ اللاجنسيِّ بالطريقةِ الأولى، تتفكَّكُ الخيوطُ الفطريَّةُ وتصبحُ كلُّ قطعةٍ جديدةٍ فُطرًا جديدًا. ويمكنُ أن يَحْدُثَ التكاثرُ اللاجنسيُّ أيضًا بإنتاجِ الأبواغِ. **الأبواغُ** **Spores** خلايا تكاثريَّةٌ صغيرةٌ محميَّةٌ بجدارٍ خَلَويٍّ سميكٍ. الأبواغُ خفيفةٌ ويمكنُها أن تنتشرَ بسهولةٍ بواسطةِ الرياحِ. إذا كانَتْ ظروفُ النموِّ ملائمةً في مكانِ هبوطِ البوغِ، ينمو البوغ ويكوِّنُ فطرًا جديدًا.

أمّا التكاثرُ الجنسيُّ لدى الفطرِ فيحدثُ عندما تتشكَّلُ تراكيبُ خاصَّةٌ لإنتاجِ خلايا تكاثريَّةٍ. تندمجُ الخلايا التكاثريَّةُ لإنتاجِ أبواغٍ جنسيَّةٍ تنمو وتكوِّنُ فُطْرِيّاتٍ جديدةً. يظهرُ في **الشكلِ ٣** فطرٌ يُطلِقُ أبواغًا تكاثريَّةً في الهواءِ.

تحقَّقْ

ما طريقتا التكاثرِ اللاجنسيِّ اللتانِ تستخدمُهما الفُطريّاتُ؟

مختبرٌ سريعٌ

خبزٌ متعفن

١. بلِّلْ **قِطعةَ خبزٍ** ببضعِ **قَطَراتٍ من الماءِ**، وضَعْها في **كيسٍ بلاستيكيٍّ** واحفظْه مختومًا لمدَّةِ أسبوعٍ واحدٍ.

٢. ارسُمْ أو التقطْ صورةً للخبزِ، وهو في الكيسِ البلاستيكيِّ.

٣. توقَّعْ ما تعتقدُ أنَّهُ سيحدُثُ خلالَ الأسبوعِ. هل تتوقَّعُ أنْ يتعفَّنَ الخبزُ؟

٤. بعد مرورِ الأسبوعِ، اطَّلِعْ على الخبزِ في الكيسِ البلاستيكيِّ وقارِنْهُ برسمِكَ التصوُّريِّ. ماذا حدَثَ؟ هل كانَتْ توقُّعاتُكَ صحيحةً؟

٥. ناقشْ مع زميلٍ لكَ مصدرَ أبواغِ العفنِ، وكيف تنمو.

الخيطُ الفُطْريُّ: سلسلة من خلايا فطريَّةٍ غير تكاثريَّةٍ.

الغَزْلُ الفُطريّ: مجموعةٌ من الخيوطِ الفطريَّةِ تشكِّلُ كتلةً ملتفَّةً.

البوغ: خليَّةٌ تكاثريَّةٌ أو تركيبٌ عديدُ الخلايا قادرٌ على مقاومةِ الظروفِ البيئيَّةِ القاسيةِ، ويمكنُهُ التطوُّرُ إلى كائنٍ بالغٍ دونَ أن يندمجَ بخليَّةٍ أخرى.

الشكل ٣ هذا الفطرُ النفّاثُ يطلِقُ أبواغًا جنسيَّةً، يمكنُها إنتاجُ فُطريّاتٍ جديدةٍ.

أنواعُ الفُطريّاتِ

تُصنَّفُ الفُطريّاتُ وفقًا لأشكالِها وطرقِ تكاثرِها. يوجدُ من الفُطريّاتِ أربعُ مجموعاتٍ رئيسةٍ. أكثرُ أنواعِ الفُطريّاتِ تتناسبُ مع هذه المجموعاتِ. وهذه المجموعاتُ هي: الفُطريّاتُ الاقترانيّةُ، والفُطريّاتُ الكيسيَّةُ، والفُطْرِيّاتُ الدُّعاميَّةُ، والفُطْرِيّاتُ الناقصةُ.

الشكل ٤ عَفَنُ الخبزِ الأسودِ كتلةٌ قطنيَّةٌ طريَّةٌ تنمو على الخبزِ والفاكهةِ.

العَفَن: فُطرٌ يبدو مثلَ الصوفِ أو القطنِ.

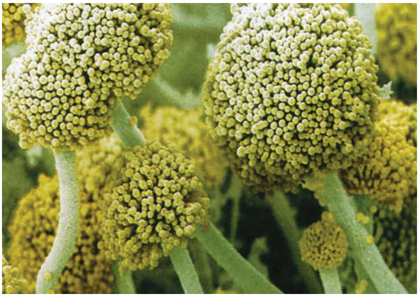
تحقَّق

كيف يتكاثرُ الفُطرُ الاقترانيُّ؟

الفُطْرِيّاتُ الاقترانيَّةُ

العفن **Mold**، كعَفَنِ الخبزِ الأسودِ الظاهرِ في **الشكلِ ٤**، هو فُطْرٌ على شكلِ زغبٍ. وعَفَنُ الخبزِ تحديدًا يعودُ إلى مجموعةٍ من الفطرِ هي مجموعةُ **الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ**. أغلبُ الفُطريّاتِ في هذه المجموعةِ تعيشُ في التربةِ. وهي محلِّلةٌ. لكنَّ بعضَ الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ طفيليَّةٌ.

الفطريّاتُ الاقترانيَّةُ تتكاثرُ جنسيًّا ولاجنسيًّا. في الحالين يُطلِقُ الفطرُ أبواغًا من تراكيبَ كرويَّةٍ تسمَّى **الحوافظَ البوْغِيَّةَ**، كهذهِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٥**.



الشكل ٥ كلُّ حافظةٍ بوغيَّةٍ مستديرةٍ تحتوي على آلافِ الأبواغِ.

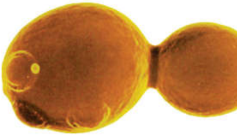
الشكل ٦ الغوشناتُ ما هي إلاّ جزءٌ من فُطرٍ أكبرَ، هو الجزءُ التكاثريُّ الجنسيُّ من فطرٍ يعيشُ تحتَ التُّربةِ.

الفطريّاتُ الكِيسيَّةُ

تتضمَّنُ الفُطريّاتُ الكِيسِيَّةُ الخمائرَ والكمأَةَ والغوشناتِ. انظرِ **الشكلَ ٦** لترى بعضَ الغوشناتِ.

الفطريّاتُ الكِيسيَّةُ تتكاثرُ لاجنسيًّا وجنسيًّا. أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، يشكِّلُ الفطرُ أكياسًا تتطوَّرُ في داخلِها الأبواغُ المنتجةُ جنسيًّا.

معظمُ الفُطريّاتِ الكِيسِيَّةِ عديدةُ الخلايا، ما عدا **الخمائرَ**، فهي أحاديَّةُ الخليَّةِ. حينَ تتكاثرُ الخمائرُ بشكلٍ لاجنسيٍّ، يكونُ ذلكَ بطريقةٍ تسمّى **التبرعمَ**. في عمليَّةِ التبرعمِ، تنشأُ خليَّةٌ جديدةٌ من خليَّةٍ سابقةٍ. تظهرُ في **الشكلِ ٧** خميرةٌ في طَورِ التبرعمِ.



الشكل ٧ تتكاثرُ الخميرةُ بالتبرعمِ.

بعضُ الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ مفيدةٌ جدًّا للإنسان، ومنها الخمائرُ المُستخدمةُ في صُنْعِ الخبزِ. وتشكِّلُ فُطريّاتٌ كيسيَّةٌ أخرى مصادرَ للمضادّاتِ الحيويَّةِ والفيتامينات. ولبعضِ الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ، كالكمأةِ والغوشنات، قيمةٌ عاليةٌ كغذاءٍ للإنسان.

كثيرٌ من الفطريّاتِ الكيسيَّةِ فطريّاتٌ طفيليَّةٌ، تسبِّبُ أمراضًا كمرضِ أشجارِ الكستناءِ، ومرضِ أشجارِ الدَّردارِ الهولنديِّ، الظاهرِ في **الشكلِ ٨**.

الشكل ٨ مرضُ الدَّردارِ الهولنديِّ مرضٌ فُطريٌّ قتلَ الملايينَ من أشجارِ الدَّردار.

تحقّقْ

أيُّ جزءٍ من الفُطرِ الدعاميِّ ينمو فوقَ الأرضِ؟

الفُطْريّاتُ الدعاميَّةُ

عَيْشُ الغُرابِ الشبيهُ بالمِظلَّةِ أشهرُ أصنافِ الفُطريّاتِ. ينتمي عيشُ الغرابِ إلى مجموعةٍ من الفُطريّاتِ تسمّى **الفُطريّاتِ الدعاميَّةَ**. تتكاثرُ الفطريّاتُ الدُّعاميَّةُ جنسيًّا. وأثناءَ التكاثرِ، تنمو خيوطٌ فطريَّةٌ خاصَّةٌ فتشكِّلُ تراكيبَ تسمّى **الدُّعاماتِ**. وتتطوَّرُ أبواغٌ جنسيَّةٌ على هذه الدُّعاماتِ. عندَما يخطِرُ ببالِكَ عيشُ غرابٍ، قد تتصوَّرُ فقط الجزءَ فوقَ الأرضيِّ المُنتِجَ للأبواغِ. علمًا أنّ معظمَ هذا الكائنِ يعيشُ تحتَ الأرضِ. ينمو عَيْشُ الغُرابِ عادةً في دوائرَ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٩**.

إنَّ عيشَ الغرابِ الأكثرَ شُهْرةً هو المعروفُ **بالفُطرِ الخَيْشُومِيِّ**. تنمو دُعاماتُ هذا الفُطرِ بتراكيبَ تسمّى **الخياشيمَ**، تحتَ قَلَنْسُوَةِ عيشِ الغرابِ. بعضُ أصنافِ عَيْشِ الغراب تُرَبّى للتِّجارةِ، وتباعُ في الأسواقِ العامَّةِ. لكن ليسَ كلُّ فطرٍ خيشوميٍّ يصلُحُ للأكلِ. ففُطرُ مَلاكِ المَوتِ الأبيضِ، مثلاً، فطرٌ سامٌّ جدًّا. لنرى إذا كان بامكانك أن تميز الفطر السامّ في **الشكلِ ١٠**.

الفُطريّاتُ الناقصةُ

تتضمَّنُ مجموعةُ **الفُطريّاتِ الناقصةِ** كلَّ أنواعِ الفُطرِ التي لا تتناسبُ تمامًا مع المجموعاتِ الأخرى. هذه الفُطريّاتُ لا تتكاثرُ جنسيًّا. وأكثرُها طفيليّاتٌ تسبِّبُ أمراضًا للنباتاتِ والحيواناتِ. أحدُ الأمراضِ البشريَّةِ الشائعةِ التي يسبِّبُها فُطْرٌ ناقصٌ هو مرضُ **قدمِ الرياضيِّ**، وهو مرضٌ جلديٌّ.

وبالمقابلِ، تكونُ بعضُ الفطريّاتِ الناقصةِ مفيدةً للإنسان. فُطرُ البنسيليوم الظاهرُ في **الشكلِ ١٠**، هو مصدرُ المضادِّ الحيويِّ المسمّى بنسيلين.

الشكل ٩ حلقةٌ من فُطْرِ عَيْشِ الغرابِ يمكنُ أن تظهرَ بعدَ ليلةٍ واحدةٍ.

الشكل ١٠ ينتجُ فطرُ البنسيليومِ مادّةً تقتُلُ بعضَ البكتيريا.

مختبرٌ سريعٌ

لاحِظْ عيشَ غرابٍ

١. حدِّد الساقَ والقَلَنْسُوَةَ والخياشيمَ على **فُطْرِ عَيْشِ الغرابِ** الذي زوَّدَكَ به معلِّمُك.

٢. اقطَعِ القلنسوةَ بعنايةٍ، واقطعْها بواسطةِ **سكِّينٍ بلاستيكيٍّ**.

استخدِمْ **عدسةً مكبِّرةً** لملاحظةِ الخياشيمِ.

٣. ابحثْ عن الأبواغِ باستخدامِ عدسةٍ مكبِّرةٍ، لملاحظةِ الأجزاءِ الأخرى من الفُطرِ. يبدأُ الغزْلُ الفُطريُّ من أسفلِ الساقِ. حاولْ أن تجدَ الخيوطَ الفطريَّةَ.

٤. ارسُمْ عيشَ الغرابِ، وسَمِّ أجزاءَهُ.

الأُشنات

الأُشنة: كتلةٌ من الخلايا الفُطريَّة والطُّحلبيَّةِ التي تنمو في علاقةٍ تكافليَّةٍ، وتعيشُ عادةً على الصخورِ أو الأشجار.

الأُشنة Lichen تتكوَّنُ من اتِّحادِ فُطرٍ وطحلبٍ يَنْمُوَان معًا. يعيشُ الطحلبُ في الحقيقةِ داخلَ خلايا الفطرِ. والكائنُ الحيُّ الناتجُ يختلفُ عن كلٍّ من الكائنَيْن الحيَّيْن لو نما مستقلاًّ. فالأشنةُ إذَنْ نتيجةٌ لعلاقةِ تبادلِ المنفعةِ. إلا أن اندماجَ الفُطرِ والطحلبِ لتشكيلِ أُشْنةٍ يكونُ كاملاً إلى درجةٍ جعلَتِ العلماءَ يُعطُونَ الأشُناتِ أسماءَها العلميَّةَ الخاصَّةَ بها باعتبارِها أنواعًا قائمةً بذاتِها. يعرِضُ **الشكلُ ١١** نماذجَ من الأُشُناتِ.

تختلفُ الأُشْناتُ عن الطحالبِ بصفتِها منتِجةً. تُنتِجُ الطحالبُ في الأُشُناتِ الغذاءَ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. وعلى خلافِ الطحالبِ، تستطيعُ الأُشناتُ أن تنجوَ من الجفافِ. إذْ تحفظُ الجُدرُ الوقائيَّةُ للفُطرِ الماءَ داخلَ الأُشُناتِ.

وبما أنّ الأشْناتِ تحتاجُ فقط إلى ضوءٍ وهواءٍ ومعادنَ لتنمُوَ، فقد أمْكَنها أن تَنْمُوَ على الصخورِ. وتُنتِجُ الأُشْناتُ الأحماضَ التي تفتِّتُ الصخورَ وتسبِّبُ الشقوقَ. وعندَما تملأُ قطعُ الصخورِ والأُشُناتُ المَيْتةُ الشقوقَ، تتكوَّنُ التربةُ. فتنمو عند ذلك الكائناتُ الحيَّةُ الأخرى في هذه التربةِ.

تحقَّقْ

كيف تؤثّرُ الأُشْناتُ في الصخورِ؟

الشكل ١١ بعضٌ من أنواعِ الأُشُناتِ الكثيرةِ.

مُراجعةُ القِسمِ

ملخَّص

- تكونُ الفُطريّاتُ مستهلكةً أو محلِّلةً، أو على علاقةِ تبادلٍ منفعةٍ مع كائناتٍ حيَّةٍ أخرى.
- أكثرُ الفُطريّاتِ مكوَّنةٌ من سلاسلَ من الخلايا تسمّى الخيوطَ الفُطْريَّةَ، ويتّصِلُ بعضُها ببعضٍ لتشكيلِ غزْلٍ فُطْريٍّ.
- المجموعاتُ الرئيسةُ الأربعُ من الفُطّريّاتِ هي: الفُطْريّاتُ الاقترانيَّةُ، والفُطريَّاتُ الكِيْسِيَّةُ، والفُطْريّاتُ الدُّعاميَّةُ، والفُطْريّاتُ الناقصةُ.
- الفُطْريّاتُ الاقترانيَّةُ هي في الأصلِ فطريّاتٌ محلِّلةٌ، وهي تُنتِجُ حوافظَ بَوْغيَّةً تحتوي على أبواغٍ.
- أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، تشكّلُ الفُطْريّاتُ الكيسيَّةُ أكياسًا صغيرةً تتطوَّرُ فيها الأبواغُ الجنسيَّةُ.
- أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ تشكّلُ الفُطْريّاتُ الدعاميَّةُ تراكيبَ تسمّى **الدعامات**.
- الفطريّاتُ الناقصةُ تتضمَّنُ كلَّ الأنواعِ التي لا تتناسبُ تمامًا مع المجموعاتِ الأخرى. وكثيرٌ منها طفيليٌّ، وهي تتكاثرُ فقط بواسطةِ التكاثرِ اللاجنسيِّ.
- الأُشنةُ تكونُ باتِّحادِ فُطْرٍ معيَّنٍ مع طحلبٍ معيَّنٍ. والأشنةُ تختلفُ عن كلٍّ من هذَينِ الكائنَيْنِ مستقلاً.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من هاتينِ المفردتَيْنِ:
بَوْغ، عَفَن.

يختلفُ معنى المفردةِ في الزوجِ عن معناها مستقلَّةً، وضِّحْ ذلك في ما يلي:

٢. الفُطْرُ والأُشْنَةُ.

٣. الخَيْطُ الفُطْريُّ والغزْلُ الفُطْريُّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. أيٌّ من الجملِ التاليةِ تنطبقُ على الفُطْريّاتِ؟
أ. كلُّ الفُطريّاتِ حقيقيَّةُ النواةِ.
ب. كلُّ الفُطريّاتِ محلِّلةٌ.
ج. كلُّ الفُطريّاتِ تتكاثرُ جنسيًّا.
د. كلُّ الفطريّاتِ مُنتِجةٌ.

٥. ما المجموعاتُ الأربعُ الرئيسةُ للفُطريّاتِ؟ اذكرْ ميزةً خاصَّةً بكلِّ مجموعةٍ.

٦. كيف تستطيعُ الفُطْريّاتُ أن تتحمَّلَ فتَراتِ البرودةِ أو الجفافِ؟

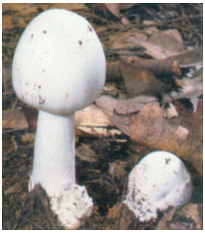
تفكيرٌ ناقد

٧. **تحليلُ العمليّاتِ**: كثيرٌ من الفُطريّاتِ محلِّلةٌ. تخيَّلْ ما يمكنُ أنْ يَحدُثَ للعالَمِ الطبيعيِّ إذا لم توجدِ الفطريّاتُ المحلِّلةُ. اكتُبْ وصفًا لتأثيرِ غيابِ الفُطريّاتِ المحلِّلةِ في عمليّاتِ الطبيعةِ.

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: وضِّحْ كيف يكوِّنُ كائنانِ حيّانِ أُشْنَةً.

تفسيرُ الرسومِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ الواردةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٩. إلى أيِّ مجموعةٍ فُطْريَّةٍ ينتمي هذا الكائنُ الحيُّ؟ كيف يمكنُكَ التأكُّدُ من ذلك؟

١٠. أيُّ جزْءٍ من الكائنِ الحيِّ يظهرُ في هذه الصورةِ؟ ما الجزْءُ الذي لا يظهرُ؟ وضِّحْ ذلك.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ:
الغزْلِ الفُطري، الأشْنة، غيرِ ذاتيَّة التغذيةِ.

٢. استخدِمِ المفرداتِ التاليةَ في جُمْلةٍ واحدةٍ:
الطلائعيّات، الطحالب، العوالقَ النباتيَّة.

٣. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جُمْلةٍ واحدةٍ: **البوْغ، العفَنَ.**

يختلف معنى المفردةِ في الزوجِ عن معناها مستقلَّة. وضِّحْ ذلك في ما يلي:

٤. **الفُطرُ والخيطُ الفُطري.**

٥. **الطفيلُ والعائلُ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٦. الطلائعيّاتُ المنتجةُ تشملُ:
أ. الطحالبَ اليوجلينيَّةَ والهُدْبيّاتِ.
ب. الأُشْناتِ والهُدْبيّاتِ.
ج. الطلائعيّاتِ المكوِّنةَ للأبواغِ والطحالبَ اليوجلينيَّةَ.
د. الطحالبَ والدياتومات.

٧. الطلائعيّاتُ يمكنُ أنْ:
أ. تكونَ طفيليَّةً أو محلِّلةً.
ب. تكونَ مصنوعةً من سلاسلَ من خلايا تُسمّى **الخيوطَ الفُطريَّةَ.**
ج. تُقْسَمَ إلى أربعِ مجموعاتٍ رئيسةٍ.
د. تكونَ طفيليَّةً فقط.

٨. للطحالبِ اليوجلينيَّةِ
أ. نواةٌ صغيرةٌ.
ب. أقدامٌ كاذبةٌ.
ج. سَوْطان.
د. أهدابٌ.

٩. أيٌّ من الجملِ التاليةِ تنطبقُ على الفُطْرِيّاتِ؟
أ. الفُطْريّاتُ منتجاتٌ.
ب. لا يستطيعُ الفُطرُ أكلَ الغذاءِ أو ابتلاعَه.
ج. يوجدُ الفُطْرُ في التربةِ فقط.
د. الفُطريّاتُ هي في الأصلِ أحاديَّةُ الخليَّةِ.

١٠. الأُشْنَةُ مكوَّنةٌ من:
أ. فُطرٍ وطلائعيٍّ شِبْهِ فُطْريٍّ يعيشانِ معًا.
ب. طُحْلبٍ وفُطرٍ يعيشانِ معًا.
ج. نوعَيْنِ من الفُطْريّاتِ يعيشانِ معًا.
د. طحلبٍ وطلائعيٍّ شِبْهِ فُطريٍّ يعيشانِ معًا.

١١. الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُ أنْ تتحرَّكَ:
أ. معروفةٌ أيضًا **بالأوّليّات.**
ب. تشملُ الأميبا والبراميسيوم.
ج. قد تعيشُ حرَّةً أو طفيليَّةً.
د. كلُّ ما وردَ أعلاه.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٢. كيف تساعدُ الفُطريّاتُ الإنسانَ؟

١٣. ما وظيفةُ الأهدابِ في البراميسيوم؟

١٤. فيمَ تختلفُ الفُطرِيّاتُ عن الطلائعيّاتِ التي تحصُلُ على الغذاءِ كمحلِّلةٍ؟

١٥. فيمَ يتشابَهُ الفُطْرُ الغرَويُّ والأميبا؟

١٦. ما الفُجْوَةُ المنقبضةُ؟

١٧. قارنْ بين البراميسيوم واليوجلينا والبلازموديومِ ***فيفاكس***، من حيثُ طرقُ تكاثرِها.

١٨. قارنْ بين العوالقِ النباتيَّةِ والأميبا، من حيثُ حصولُها على الغذاءِ.

١٩. وضِّح اختلافَ الطلائعيّاتِ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى.

٢٠. هاتِ مثالاً على أمكنةِ تواجُدِ كلٍّ من الفُطريّاتِ التاليةِ: الفُطرياتِ الاقترانيَّةِ، الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ، الفطريّاتِ الدُّعاميَّةِ، الفُطريّاتِ الناقصةِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

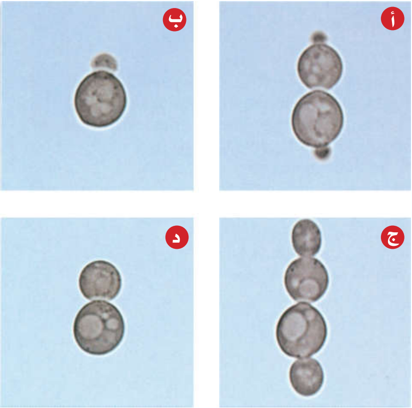
٢١. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الخميرة، الفطرَ الدعامي، كيسَ الأبواغِ، عيشَ الغراب، الفطرَ الاقتراني، عفنَ الخبزِ.

٢٢. **تطبيقُ المفاهيم:** لماذا، في رأيك، يصبحُ الخبزُ متعفِّنًا بسرعةٍ أقلَّ إذا وُضِعَ في برّادٍ، مما لو بقيَ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ؟

٢٣. **توقُّعُ النتائج:** افترضْ أنَّ غابةً يعيشُ فيها كثيرٌ من الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ، تمرُّ بصيفٍ وخريفٍ جافَّيْن جدًّا، وبعدَهما بشتاءٍ باردٍ جدًّا. كيف يكونُ تأثيرُ هذا الطقسِ القاسي في أنماطِ التكاثرِ لهذهِ الفُطْريّاتِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ صورَ الفُطْرِ الواردةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٢٤. أيُّ نوعٍ من الفُطْرِ يظهرُ هنا؟

٢٥. ما العمليَّةُ الخلويَّةُ التي تظهرُ في هذه الصورِ؟

٢٦. أيُّ صورةٍ التُقطَتْ أوّلاً؟ أيُّها التُقطَتْ آخِرًا؟ رتِّبِ الصورَ بالتتابعِ.

٢٧. أيُّ خليةٍ هي الأمُّ الأصليَّةُ؟ كيف تعْرِفُ؟

الفصل ٣

عمليّاتُ النباتِ

الفكرةُ الرئيسةُ

مثلَ كلِّ الكائناتِ الحيَّةِ، تحتاجُ النباتاتُ إلى الغذاءِ وتتكاثرُ وتستجيبُ للمؤثِّراتِ.

القسم

١ البناءُ الضوئيُّ ٤٤
٢ تكاثرُ النباتاتِ الزَّهْريَّةِ ٤٨
٣ استجاباتُ النباتِ للبيئةِ ٥٢

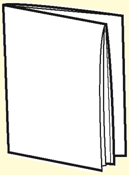
حوْلَ الصورةِ

إنَّ النباتَ في هذهِ الصورةِ هو «صائدُ الحشراتِ». الوساداتُ الشائكةُ الخضراءُ والحمراءُ هي أوراقُه، يعتمدُ «صائدُ الحشراتِ» مثلَ النباتاتِ الأخرى، على البناءِ الضوئيِّ للحصولِ على الطاقةِ. ما الشيءُ غيرُ العاديِّ عند «صائدُ الحشراتِ»؟ بخلافِ أكثرِ النباتاتِ، يحصُل «صائدُ الحشراتِ» على الموادِّ الغذائيّةِ المهمّة، كالنيتروجين، بأسرِ الحشراتِ أو الحيواناتِ الصغيرةِ الأخرى وَهضمِها.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كُتيِّب: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **الكتيِّبِ**. عيِّنْ لكلِّ صفحةٍ من الكُتيِّبِ فكرةً رئيسةً من الفَصْلِ. واكتبْ أثناءَ القراءةِ، في الصفحةِ المناسبةِ ما تتعلَّمُهُ عن كلِّ فكرةٍ رئيسةٍ.



نشاطٌ استِهلاليٌّ

أيُّ طَرَفٍ هو العُلْويُّ؟

إذا زرعْتَ البذورَ بوضعِ «قِمَمِها» في اتجاهاتٍ مختلفةٍ، فهل تنمو السيقانُ كلُّها إلى الأعلى؟ قمْ بهذا النشاطِ لتكتشفَ ذلك.

الخطوات

١. احشرْ كَمِّيَةً من **المناديلِ الورقيّةِ المرطَّبةِ** قليلاً ﰲ **كأسٍ بلاستيكيَّةٍ شفّافةٍ** متوسِّطةِ الحجمِ.

٢. ضَعْ **خمسَ أو ستَّ بذورِ ذُرَةٍ** على مسافاتٍ متساويةٍ حولَ داخلِ الكأسِ، بين جانبِ الكأسِ والمناديلِ الورقيَّةِ. وجِّهْ رأسَ كلِّ بذرةٍ ﰲ اتِّجاهٍ يختلفُ عن سواه.

٣. استخدمْ **قلمَ تخطيطٍ** وارسُمْ أسهمًا على خارجِ الكأسِ لتدُلَّ على اتِّجاهِ رأسِ كلِّ بذرةٍ.

٤. ضَعِ الكأسَ ﰲ موقعٍ بهِ إضاءةٌ كافيةٌ أسبوعًا واحدًا. حافِظْ على رطوبةِ البذورِ بإضافةِ **الماءِ** الى المناديلِ الورقيَّةِ بحسبِ الحاجةِ.

٥. لاحظِ البذورَ بعدَ أسبوعٍ. سجِّلِ الاتِّجاهَ الذي نَمَتْ فيه كلُّ ساقٍ.

التحليل

١. ﰲ أيِّ اتّجاهٍ نمَتْ كلُّ ساقٍ؟

٢. كيفَ تُفسِّرُ الطريقةَ التي نَمَتْ بها النباتاتُ؟

القسمُ
١

البناءُ الضوئيُّ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ البناءَ الضوئيَّ.
- يقارنُ بين البناءِ الضوئيِّ والتنفُّسِ الخلويِّ.
- يصفُ كيفَ يتمُّ تبادلُ الغازاتِ في أوراقِ النباتاتِ.
- يذكرُ أهميَّةَ البناءِ الضوئيِّ.

المفرداتُ والمفاهيم

البناءُ الضوئيُّ
الكلوروفيل
التَّنفسُ الخلويُّ
الثَّغْر
النَّتح

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأ هذا القسمَ بصمت. اكتب ما لديكَ من أسئلة حولَه. ناقشْ أسئلتَكَ ضِمنَ مجموعةٍ صغيرة.

ليس للنباتاتِ رئاتٌ. لكنَّ النباتاتِ تحتاجُ مثلَكَ إلى الهواءِ. يحتوي الهواءُ على الأكسجين وثاني أكسيدِ الكربونِ وغازاتٍ أخرى. ويحتاجُ جسمُكَ إلى الأكسجين، كما تحتاجُ النباتاتُ إليه. لكن ما الغازُ الآخرُ المهمُّ للنباتاتِ؟

إذا ذكرْتَ أنَّهُ **ثاني أكسيدِ الكربون**، فجوابُكَ صحيحٌ. تستخدِمُ النباتاتُ ثانيَ أكسيدِ الكربون للبناءِ الضوئيِّ. **البناءُ الضوئيُّ Photosynthesis** هو العمليَّةُ التي تصنعُ بها النباتاتُ غذاءَها الخاصَّ. تلتقطُ النباتاتُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ أثناءَ البناءِ الضوئيِّ. هذه الطاقةُ تُستخدَمُ لصنعِ سُكَّرِ الجلوكوزِ ($C_6H_{12}O_6$) من ثاني أكسيدِ الكربون (CO_2) والماءِ (H_2O).

التقاطُ طاقةِ الضوءِ

لدى الخلايا النباتيَّةِ **عُضيّاتٌ** تُسمَّى **البلاستيداتِ الخضراء**، كما في **الشكل ١**. البلاستيداتُ الخضراءُ محاطةٌ بغشاءَيْن. داخلَ البلاستيدةِ الخضراءِ يشكِّلُ غشاءٌ آخرُ أكداسًا تُسمّى **الجرانا**، تحتوي على صِبغةٍ خضراء تُسمّى **الكلوروفيل Chlorophyll**، وهو الذي يمتصُّ طاقةَ الضوءِ.

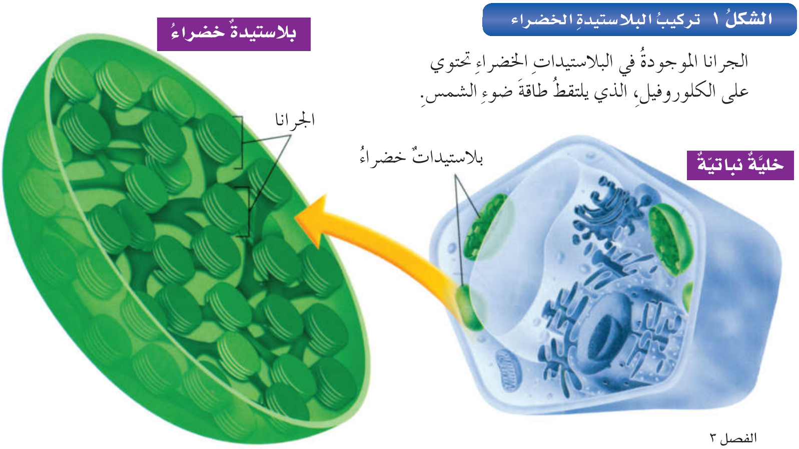
ضوءُ الشمسِ مكوَّنٌ من عِدَّةِ أطوالٍ موجيَّةٍ مختلفةٍ للضوءِ. يمتصُّ الكلوروفيل كثيرًا من الأطوالِ الموجيَّةِ هذه. لكنَّهُ يعكِسُ أطوالاً موجيَّةً من الضوءِ الأخضرِ أكثرَ من الأطوالِ الموجيَّةِ للألوانِ الأخرى من الضوءِ. لذلك تبدو أكثرُ النباتاتِ خضراءَ.

تحقَّق

لِمَ معظمُ النباتاتِ خضراءُ؟

الشكلُ ١ تركيبُ البلاستيدةِ الخضراء

الجرانا الموجودةُ في البلاستيداتِ الخضراءِ تحتوي على الكلوروفيلِ، الذي يلتقطُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ.



صُنعُ السُّكَّرِ

تُستخدَمُ طاقةُ الضوءِ التي يلتقطُها الكلوروفيلُ للمساهمةِ في تكوينِ جُزَيئاتِ الجلوكوزِ. وينتجُ غازُ الأكسجينِ O_2 من خلايا النباتِ. البناءُ الضوئيُّ عمليَّةٌ معقَّدةٌ تتكوَّنُ من خُطواتٍ كثيرةٍ. تلخِّصُها المعادلةُ الكيميائيَّةُ التاليةُ:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

يُبيِّنُ **الشكلُ ٢** من أينَ تحصلُ النباتاتُ على الموادِّ اللازمةِ للبناءِ الضوئيِّ.

الحصولُ على الطاقةِ من السكَّرِ

تَخزنُ جزيئاتُ الجلوكوزِ الطاقةَ. وتَستخدِمُ خلايا النباتِ هذه الطاقةَ في عمليّاتِها الحيويَّةِ. فللحصولِ على الطاقةِ، تفكِّكُ خلايا النباتِ الجلوكوزَ وجزيئاتِ الغذاءِ الأخرى في عمليَّةٍ تُسمّى **التنفُّسَ الخلويَّ** **Cellular respiration**. أثناءَ التنفُّسِ الخلويِّ تَستخدِمُ خلايا النباتِ الأكسجينَ، وتُطلِقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ. الجلوكوزُ الفائضُ يحوَّلُ إلى السكَّروزِ أو يُخزَنُ كنَشا.

رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

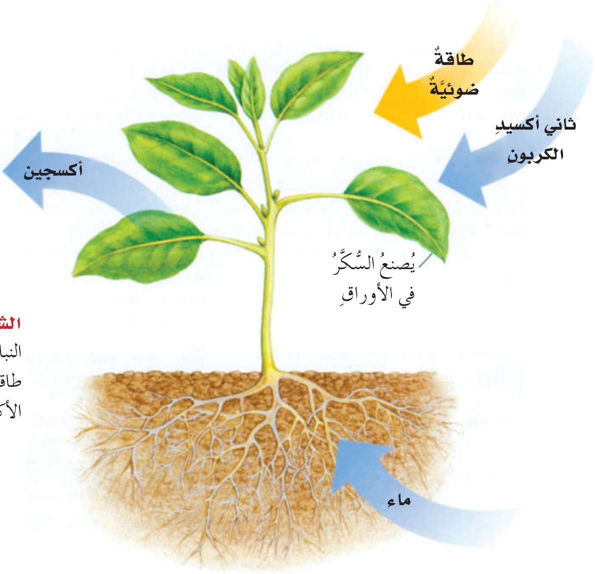
السكَّر

بعضُ النباتاتِ تَصنعُ وتخزنُ كمِّيّاتٍ كبيرةً من السكروزِ، أيِّ سكَّرِ المائدةِ، أثناءَ البناءِ الضوئيِّ. يحصِدُ الناسُ هذه النباتاتِ لاستخلاصِ السكَّروزِ. سَمِّ نباتًا يُنتِجُ كمِّيّاتٍ كبيرةً من السكروزِ. ثمَّ حدِّدْ كيف يَستخدِمُ الناسُ هذا النباتَ، وأيُّ بلدانٍ هي المنتجةُ الرئيسةُ له. اكتُبْ مقالةً حول نتائجِك.

البناءُ الضوئيُّ: العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها النباتاتُ والطحالبُ وبعضُ البكتيريا ضوءَ الشمسِ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ لصنعِ الغذاءِ.

الكلوروفيل: صِبْغةٌ خضراءُ تمتصُّ طاقةَ الضوءِ اللازمةَ للبناءِ الضوئيِّ.

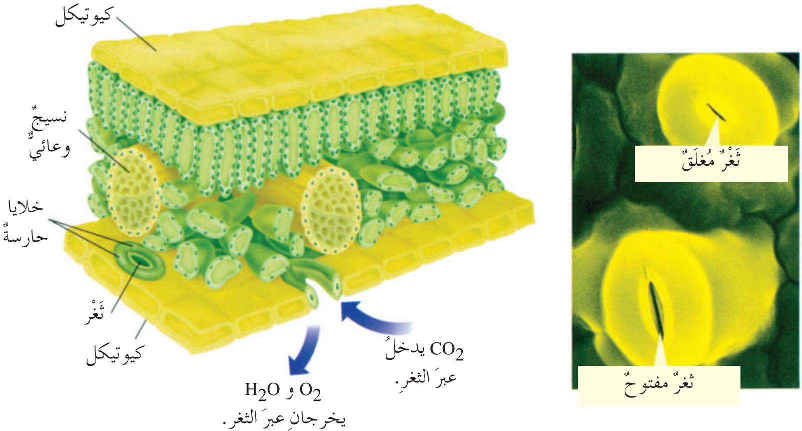
التنفُّسُ الخلويُّ: العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها الخلايا الأكسجينَ لإنتاجِ الطاقةِ من الغذاءِ.



الشكل ٢ في أثناءِ البناءِ الضوئيِّ تأخُذُ النباتاتُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ وتمتصُّ طاقةَ الضوءِ، ثم تَصْنعُ السكَّرَ وتُطلِقُ الأكسجينَ.

الشكل ٣ التبادلُ الغازيُّ في الأوراقِ

عندمَا يتوفّرُ الضوءُ للبناءِ الضوئيِّ، تكونُ الثغورُ عادةً مفتوحةً. في الليلِ تُغْلَقُ الثغورُ لتحفظَ الماءَ.



تبادلُ الغازاتِ

كثيرٌ من السطوحِ النباتيَّةِ فوقَ الأرضيَّةِ يغطِّيها كيوتيكل. يحمي الكيوتيكلُ النباتَ من فِقْدانِ الماءِ. فكيفَ يحصلُ النباتُ على ثاني أكسيدِ الكربونِ عبرَ هذا الحاجزِ؟ يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ أوراقَ النباتِ عبرَ الثغورِ. **الثَّغْرُ** Stoma فتحةٌ في البشرةِ الخارجيَّةِ للورقةِ وفي طبقةِ الكيوتيكل. كلُّ ثغرٍ محاطٌ بخليتَيْنِ حارستَيْنِ. تعملُ الخلايا الحارسةُ مثلَ بواباتٍ مزدوجةٍ تفتَحُ الثغرَ وتغلقُهُ. يمكنُكَ أن ترى الثغورَ في **الشكل ٣** .

عندَما تنفتحُ الثغورُ يدخلُ الهواءُ المحتوي على ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى الورقةِ. والأكسجينُ المنتجُ أثناءَ البناءِ الضوئيِّ يغادرُ الورقةَ عبرَ الثغورِ. ويغادرُ بخارُ الماءِ الورقةَ أيضًا بهذهِ الطريقةِ. إنّ فُقْدانَ الأوراقِ للماءِ يسمّى **النتحَ** Transpiration. وأغلبُ الماءِ الذي تمتصُّهُ جذورُ النباتِ يحِلُّ محلَّ الماءِ المفقودِ أثناءَ النتحِ. أحيانًا، تفقِدُ أوراقُ النباتِ من الماءِ أكثرَ مما امتصَّتْهُ الجذورُ. عندمَا يحدثُ ذلكَ يذبلُ النباتُ.

الثغر: فتحةٌ من الفُتَحاتِ الكثيرةِ الموجودةِ في ورقةِ نباتٍ أو ساقِه تُتيحُ حصولَ التبادلِ الغازيِّ.

النتحُ: العمليَّةُ التي تُطلِقُ فيها النباتاتُ بخارَ ماءٍ في الهواءِ عبرَ الثغورِ.

رابطُ كيمياء

النَّتْح

لُفَّ كيسَ بلاستيكٍ حولَ فرعِ شجرةٍ أو جُزْءٍ من نباتِ زينةٍ. أحْكِمْ غَلْقَ الكيسِ بقطعةٍ من شريطٍ أو رباطٍ مطاطيٍّ، لكن احرصْ على ألاّ تجرحَ النباتَ. سجِّلْ ما يحدُثُ خلالَ الأيّامِ القليلةِ القادمةِ. ما الذي تجمَّعَ على السطحِ الداخليِّ للكيسِ؟

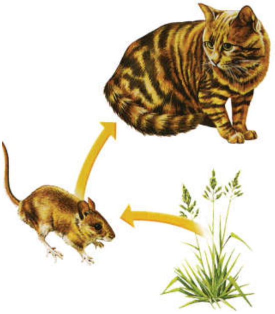
أهمِّيّةُ البِناءِ الضوئيِّ

النباتاتُ والكائناتُ الحيَّةُ الأخرى التي تقومُ بالبناءِ الضوئيِّ، كبعضِ البكتيريا وكثيرٍ من الطلائعيّاتِ، تشكِّلُ قاعدةً لجميعِ السلاسلِ الغذائيَّةِ على الأرض، تقريبًا. يُظهرُ **الشكلُ ٤** مثالاً على السلاسل الغذائيَّة. أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تخزنُ النباتاتُ طاقةَ الضوءِ كطاقةٍ كيميائيَّةٍ. وتَستخدِمُ بعضُ الحيواناتِ هذه الطاقةَ الكيميائيَّةَ عندَما تأكلُ النباتاتِ. أمّا الحيواناتُ الأخرى فتحصلُ على الطاقةِ من النباتاتِ بشكلٍ غيرِ مباشرٍ. هذه الحيواناتُ تأكلُ الحيواناتِ التي تأكلُ النباتاتِ. وأكثرُ الكائناتِ الحيَّةِ لا تستطيعُ العيشَ بدونَ الكائناتِ التي تؤدِّي البناءَ الضوئيَّ.

النباتاتُ والحيواناتُ وأكثرُ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى تعتمدُ على التنفُّسِ الخلويِّ للحصولِ على الطاقةِ. والتنفُّسُ الخلويُّ يتطلَّبُ الأكسجينَ. فالأكسجينُ ناتجٌ عَرَضيٌّ للبناءِ الضوئيِّ. إذنْ، يوفِّرُ البناءُ الضوئيُّ الأكسجينَ الذي تحتاجُ إليهِ الحيواناتُ والنباتاتُ في تنفُّسِها الخلويِّ.

تحقَّقْ

ما أهميَّةُ البناءِ الضوئيِّ؟



الشكل ٤ تعتمدُ الفئرانُ على النباتاتِ للغذاءِ. وتحصلُ القططُ بدورِها على الطاقةِ من الفئرانِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تَستخدِمُ النباتاتُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ، والماءَ لصُنعِ الغذاءِ.
- تحصُلُ النباتاتُ على الطاقةِ من الغذاءِ بوساطةِ التنفُّسِ الخلويِّ، الذي يتطلَّبُ الأكسجينَ ويطلقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ.
- يحدُثُ النَّتحُ، أو فُقدانُ الماءِ عبرَ الأوراقِ، عندَما تنفتحُ الثغورُ.
- يوفِّرُ البناءُ الضوئيُّ الأكسجينَ. أكثرُ الحيواناتِ تعتمدُ في غذائها على الكائناتِ التي تقومُ بعمليَّةِ البناءِ الضوئيِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: **البناءِ الضوئيِّ**، **الكلوروفيل**، **التنفُّسِ الخلويِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تقومُ النباتاتُ
أ. بامتصاصِ الطاقةِ من ضوءِ الشمسِ.
ب. باستخدامِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والماءِ.
ج. بإنتاجِ الغذاءِ والأكسجينِ.
د. كلُّ ما وردَ أعلاه.

٣. ما علاقةُ التنفُّسِ الخلويِّ بالبناءِ الضوئيِّ؟

٤. صِفِ التبادلَ الغازيَّ في النباتاتِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. تَستخدِمُ النباتاتُ ٦ جزيئاتٍ من ثاني أكسيدِ الكربونِ مع الماءِ لصُنْعِ جزيءٍ واحدٍ من الجلوكوزِ. ما عددُ جزيئاتِ الماءِ وثاني أكسيدِ الكربونِ المطلوبةِ لصنعِ ١٢ جُزيئًا من الجلوكوزِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **توقُّعُ النتائجِ**: توقَّعْ ما يحدُثُ إذا اختفتِ النباتاتُ والكائناتُ الحيَّةُ الأخرى التي تقومُ بعمليَّةِ البناءِ الضوئيِّ.

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: تسمحُ المرشِّحاتُ الضوئيَّةُ بمرورِ بعضِ ألوانِ الضوءِ. ماذا تتوقَّعُ أن يحدثَ إذا زرعْتَ نباتًا تحتَ مرشِّحٍ ضوءٍ أخضرَ؟

القسمُ
٢

تكاثُرُ النباتاتِ الزهريَّةِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- ◆ يصفُ التلقيحَ والإخصابَ عندَ النباتاتِ الزهريَّةِ.
- ◆ يوضّحُ كيفَ تتكوَّنُ الثمارُ والبذورُ من الأزهارِ.
- ◆ يعدِّدُ ثلاثةَ أسبابٍ تجعلُ البذرةَ في حالةِ سباتٍ.
- ◆ يعدِّدُ ثلاثةَ أمثلةٍ على التكاثُرِ اللاجنسيِّ في النباتاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السبات

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، ضعْ جدولاً لمقارنةِ التكاثرِ الجنسيِّ بالتكاثرِ اللاجنسيِّ عندَ النباتاتِ.

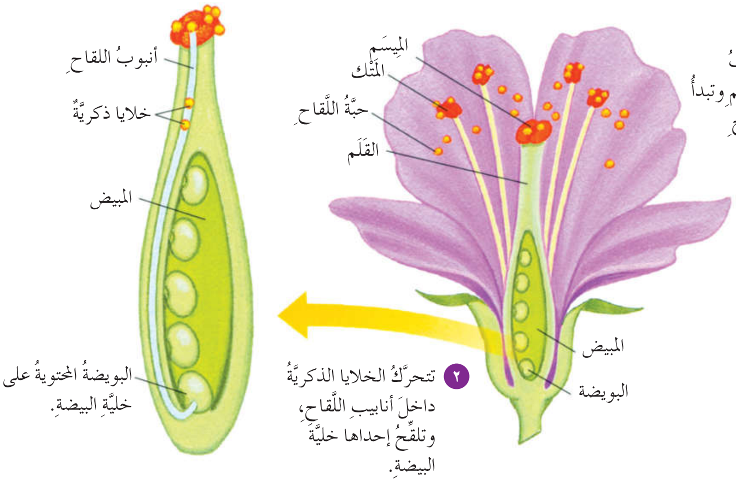
تَخَيَّلْ أنَّكَ تقفُ في حقْلِ أزهارٍ بَرِّيّةٍ. تُحيطُ بكَ الألوانُ الزاهيةُ والروائحُ العَطِرةُ. يمكنُكَ أن تَسمعَ طنينَ النحلِ الذي يطيرُ من زهرةٍ إلى زهرةٍ.

النباتاتُ الزهريَّةُ أكبرُ المجموعاتِ النباتيَّةِ وأكثرُها تنوُّعًا. ويُعْزَى نجاحُها جزئيًّا إلى أزهارِها. فالأزهارُ تكيُّفٌ للتكاثرِ الجنسيِّ، إذ تقومُ، أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، خليَّةٌ ذكريَّةٌ بتلقيحِ خليَّةٍ بيضةٍ.

الإخصاب

يحدُثُ الإخصابُ عندَ النباتاتِ الزهريَّةِ، في الأزهارِ. يحدُثُ **التلقيحُ** عندَما تنتقلُ حبوبُ اللَّقاحِ من المَتْكِ إلى المِيْسَمِ. تحمِلُ الرياحُ أو الحيواناتُ، عادةً، حبوبَ اللَّقاحِ من زهرةٍ إلى زهرةٍ. وحبوبُ اللَّقاحِ تحتوي على خلايا ذكريَّةٍ. بعد أن تلتصقَ حبوبُ اللَّقاحِ بالمِيسَمِ، ينمو من كلِّ حبَّةٍ أُنبوبٌ. ينمو هذا الأُنبوبُ عبرَ القلمِ إلى بويضةٍ. توجدُ البويضاتُ داخلَ المبيضِ. تحتوي كلُّ بُوَيْضَةٍ على خليَّةٍ بيضةٍ. تنتقلُ الخلايا الذكريَّةُ من حبوبِ اللَّقاحِ نزولاً في أنابيبِ اللَّقاحِ فإلى البويضاتِ. يحدُثُ الإخصابُ عندَما تتَّحدُ خليَّةٌ ذكريَّةٌ بخليَّةِ البيضةِ داخلَ البويضةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** عمليَّتَي التلقيحِ والإخصابِ.

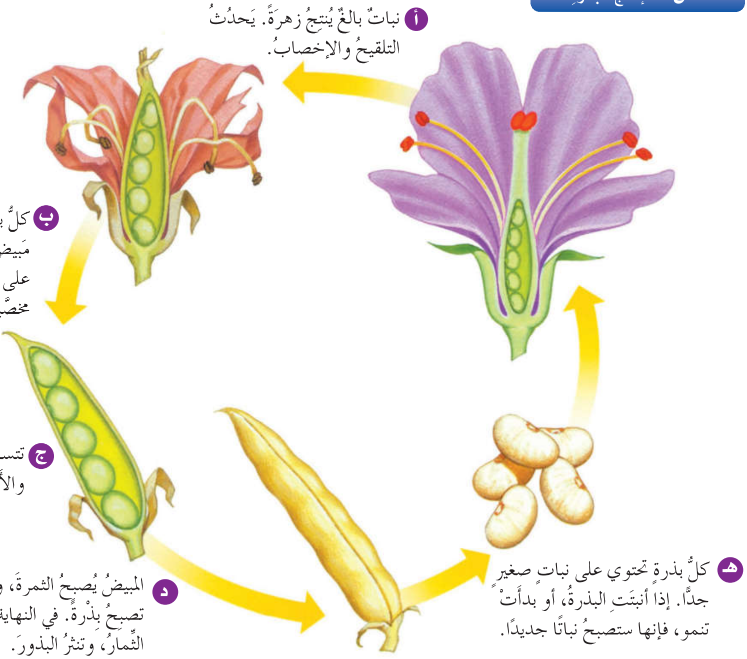
الشكلُ ١ التلقيحُ والإخصاب



① تلتصقُ حبوبُ اللَّقاحِ بالميِسَمِ وتبدأُ أنابيبُ اللَّقاحِ بالنموِّ.

② تتحرَّكُ الخلايا الذكريَّةُ داخلَ أنابيبِ اللَّقاحِ، وتلقِّحُ إحداها خليَّةَ البيضةِ.

الشكلُ ٢ إنتاجُ البذْرةِ


أ نباتٌ بالغٌ يُنتِجُ زهرةً. يَحدُثُ التلقيحُ والإخصابُ.
ب كلُّ بويضةٍ ضمنَ مَبيضِ الزهرةِ تحتوي على خليّةِ بيضةٍ مخصَّبةٍ.
ج تتساقطُ البَتَلاتُ والأَسْدِيَةُ.
د المبيضُ يُصبحُ الثمرةَ، وكلُّ بويضةٍ تصبحُ بِذْرةً. في النهايةِ، تنضُجُ الثِّمارُ، وتنثرُ البذورَ.
هـ كلُّ بذرةٍ تحتوي على نباتٍ صغيرٍ جدًّا. إذا أنبَتَتِ البِذرةُ، أو بدأَتْ تنمو، فإنها ستصبحُ نباتًا جديدًا.

من الزهرةِ إلى الثمرةِ

بعد أن يحدُثَ الإخصابُ، تتطوَّرُ البويضةُ إلى بذرةٍ. تحتوي البذرةُ على نباتٍ صغيرٍ جدًّا غيرِ نامٍ. المبيضُ الذي يحيطُ بالبويضةِ يصبحُ ثمرةً، كما يظهرُ في **الشكل ٢**.

والثمرةُ بينما هي تنتفخُ وتنضجُ توفِّرُ الحمايةَ للبذورِ الناميَّةِ، كما في **الشكل ٣**. وتساعدُ الثمارُ، في أغلبِ الأحيانِ النباتَ على نشرِ بذورِه. إنَّ الكثيرَ من الثمارِ صالحةٌ للأكلِ. قد تأكلُ الحيواناتُ هذه الثمارَ وتطرحُ البذورَ بعيدًا عن النباتِ الذي أعطاها. بعضُ الثمارِ الأخرى قد تكون خشنةً أو شائكةً، فتلتصقُ بفراءِ حيواناتٍ تمرُّ بها، وبعضُ الثمارِ قد تحملُها الرياحُ.

ثمرةٌ من مبيضٍ
بذرةٌ من بويضةٍ

الشكل ٣ تطوُّرُ الطماطمُ من مبيضٍ وبويضاتِ زهرةٍ.

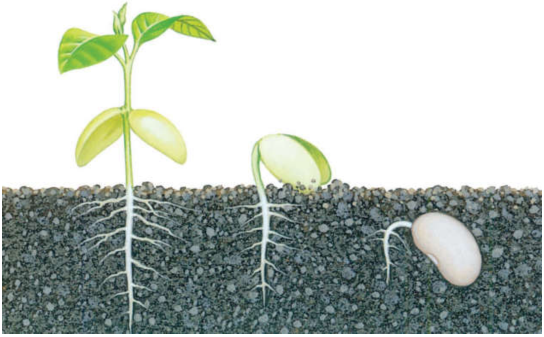
تحقّقْ

كيف تساعدُ الثمارُ النباتَ على نشرِ بذورِه؟

من البذرةِ إلى النباتِ

عندما يكتمِّلُ تطوُّرُ البذرةِ، يتوقَّفُ النباتُ الجنينيُّ داخلَ البذرةِ عن النموِّ. وقد تدخلُ البِذْرةُ في سباتٍ. وعندما تكونُ البذورُ في حالةِ **السباتِ** **Dormancy**، تكونُ غيرَ ناشطةٍ. تستطيعُ البذورُ في فترةِ السباتِ، غالبًا، البقاءَ حيَّةً لفتراتٍ طويلةٍ من الجفافِ أو درجاتِ الحرارةِ المنخفضةِ. تحتاجُ بعضُ البذورِ إلى ظروفٍ قاسيةٍ جدًّا، كفصولِ شتاءٍ باردةٍ أو حرائقِ غاباتٍ، لكسرِ سباتِها.

وعندما تنثرُ البذورُ في التربةِ، أو تُزرَعُ في بيئةٍ مناسبةٍ، تنبُتُ. ولكي تنبتَ تحتاجُ إلى الماءِ والهواءِ، ودرجاتِ حرارةٍ معتدلةٍ. ولكلِّ نوعٍ من النباتاتِ درجةُ حرارةٍ مثاليَّةٌ تبدأُ عندَها أغلبُ بذورِه في النموِّ. إنَّ درجةَ الحرارةِ المثاليَّةَ لنموِّ الكثيرِ من النباتاتِ هي حواليْ 27°C. يظهرُ في **الشكلِ ٤** إنباتُ بذرةِ فاصوليا.



الشكل ٤ تنمو البذرةُ مكوِّنةً نباتًا جديدًا. تبدأُ الجذورُ في النموِّ أوَّلاً. ثمَّ يكبرُ النباتُ ويشقُّ التربةَ ويواصلُ نموَّهُ.

طُرُقٌ أخرى للتكاثرِ

قدْ تتكاثرُ النباتاتُ الزَّهريَّةُ أيضًا بشكلٍ لاجنسيٍّ. لا تحتاجُ النباتاتُ التي تتكاثرُ لاجنسيًّا إلى أزهارٍ. فقدْ يستطيعُ جزءٌ من النباتِ، كالساقِ أو الجذرِ، أن يُنتِجَ نباتًا جديدًا. وفي ما يلي ثلاثةُ تراكيبَ نباتيَّةٍ تُستخدَمُ للتكاثرِ اللاجنسيِّ:

- **نباتاتٌ صغيرةٌ جدًّا** تنمو على طولِ حافةِ ورقةِ نباتٍ. تسقطُ هذهِ النباتاتُ وتنمو مستقلَّةً.
- **درناتٌ** وهي سيقانٌ أرضيَّةٌ، يمكنُ أن تُنتِجَ نباتاتٍ جديدةً بعدَ فصلٍ من السُّباتِ.
- **سيقانٌ جاريةٌ** فوقَ سطحِ الأرضِ يمكنُ أن تنمو من براعمِها نباتاتٌ جديدةٌ.

في **الشكلِ ٥** يمكنُكَ أن ترى مثالاً لكلِّ نوعٍ من التكاثرِ اللاجنسيِّ.

السبات: كلمةٌ تصفُ الحالةَ غيرَ النشطةِ لبذرةٍ أو جُزْءٍ نباتيٍّ آخرَ من نباتٍ يوجدُ في ظروفٍ غيرِ مناسبةٍ للنموِّ.

مختبرٌ سريعٌ

البذورُ العطشى

١. املأْ **طبقَ بتري** حتى ثلثَيْهِ **بالماءِ**. أضِفْ **ستَّ بذورِ فاصوليا جافَّةٍ**. استخدِمْ **قلمَ شمعٍ** واكتبْ على الطبقِ «ماءٌ».

٢. أضِفْ **ستَّ بذورِ فاصولياءَ جافَّةً** إلى **طبقِ بتري** جافٍّ. اكتبْ على هذا الطبقِ «تجربةٌ ضابطةٌ».

٣. في اليومِ التالي، قارنْ حجمَيْ مجموعتَيِ البذورِ. سجِّلْ ملاحظاتِكَ.

٤. لماذا تغيَّرَ حجمُ البذورِ؟ لِمَ يمكنُ أن يكونَ هذا مهمًّا لبقاءِ البذرةِ؟

تحقَّقْ

ما التراكيبُ النباتيَّةُ الثلاثةُ التي تُستخدَمُ للتكاثرِ اللاجنسيِّ؟

الشكلُ ٥ تراكيبُ ثلاثةٌ للتكاثرِ اللاجنسيِّ

يُنتجُ نباتُ كالانشو **نباتاتٍ صغيرةً** على طولِ حافةِ أوراقِه، تتساقطُ على التربةِ لتنموَ بشكلٍ مستقلٍّ.

البطاطسُ درنةٌ نباتيَّةٌ، أو **ساقٌ** تحتَ أرضيَّةٍ. إنّ «عيونَ» البطاطسِ هي براعمُهُ التي يمكنُ أن تنمُوَ مكوِّنةً نباتاتٍ جديدةً.

يُنتجُ نباتُ الفراولةِ **السيقانَ الجاريةَ**، أو سيقانًا تنمو أفقيًّا على سطحِ التربةِ. تنمو جذورُ براعمِ السيقانِ الجاريةِ الملامسةِ للأرضِ وتنمو لتُنتجَ نباتاتٍ جديدةً.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- بعدَ التلقيحِ، يتشكَّلُ أنبوبُ لَقاحٍ يمتدُّ من الميَسمِ إلى بويضةٍ. هذا الأنبوبُ يتيحُ لخليَّةٍ ذكريَّةٍ تلقيحَ البويضةِ.
- بعدَ التلقيحِ تتكوَّنُ البذورُ والثمارُ. وتحمي الثمارُ البذورَ.
- تستطيعُ البذرةُ في حالةِ السباتِ أنْ تبقى حيَّةً في الجفافِ ودرجاتِ حرارةِ التجمُّدِ. تحتاجُ بعضُ البذورِ إلى ظروفٍ قاسيةٍ جدًّا لكسرِ سباتِها.
- من طرقِ التكاثرِ اللاجنسيِّ الدرناتُ، السيقانُ الجاريةُ، نموُّ النباتاتِ الصغيرةِ على حوافِ النباتِ الأمِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لمفردةِ سبات.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. يحدُثُ التلقيحُ عندَما

أ. يتشكَّلُ أنبوبُ اللقاحِ.

ب. تتَّحدُ خليَّتانِ، خليَّةٌ ذكريَّةٌ وخليَّةٌ بيضةٌ.

ج. تنتقلُ حبوبُ اللَّقاحِ من المتْكِ إلى الميْسمِ.

د. لا شيءَ ممّا وردَ أعلاه.

٣. أيُّ جزءٍ من الزهرةِ يتطوَّرُ إلى ثمرةٍ؟ وإلى بذرةٍ؟

٤. لماذا تمرُّ البذورُ بفترةِ سباتٍ؟

٥. صِفْ كيفَ تتكاثرُ النباتاتُ لاجنسيًّا.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. تنبُتُ بذرةٌ عندَما تكونُ درجةُ الحرارةِ 27 °C إذا كانَتْ درجةُ الحرارةِ الآنَ 20 °C وكانَتْ ترتفعُ 1,5 °C في الأسبوعِ، فبعدَ كم أسبوعًا تنبُتُ البذرةُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **استدلال**: ما أوجهُ الشبهِ والاختلافِ بينَ الأزهارِ والسيقانِ الجاريةِ؟

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: متى يمكنُ أنْ يكونَ التكاثرُ اللاجنسيُّ مهمًّا لعيشِ بعضِ النباتاتِ الزهريَّةِ؟

٩. **تحليلُ الأفكارِ**: يؤدّي التكاثرُ الجنسيُّ تنوُّعًا وراثيًّا أكبرَ مما يُنتِجهُ التكاثرُ اللاجنسيُّ. ما أهميَّةُ ذلك؟

القسمُ
٣

استجاباتُ النباتِ للبيئةِ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ تستجيبُ النباتاتُ للضوءِ والجاذبيَّةِ.
- يوضِّحُ كيفَ تستجيبُ بعضُ النباتاتِ لطولِ الليلِ.
- يصفُ كيفَ تستجيبُ بعضُ النباتاتِ للتغيُّراتِ الفصليَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الانتحاء

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَه. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

ماذا يحدُثُ لكَ عندما تَبردُ؟ هل تصطَكُّ أسنانُك؟ هل يرتعشُ جسمُك؟ أيُّ شيءٍ يسبِّبُ ردَّ فعلٍ في جسمِكَ هو مؤثِّرٌ. لكنْ هل تستجيبُ النباتاتُ للمؤثِّراتِ؟

النباتاتُ أيضًا تستجيبُ للمؤثِّراتِ. فهي، مثلاً، تستجيبُ للضوءِ والجاذبيَّةِ والفصولِ المتغيِّرةِ.

انتحاءاتُ النباتاتِ

بعضُ النباتاتِ تستجيبُ لمؤثِّرٍ بيئيٍّ بالنموِّ في اتِّجاهٍ معيَّن. النموُّ استجابةً لمؤثِّرٍ معيَّن يُسمّى **الانتحاء** Tropism. تكونُ الانتحاءاتُ إمّا إيجابيَّةً وإمّا سلبيَّةً. نموُّ النباتِ في اتِّجاهِ المؤثِّرِ انتحاءٌ إيجابيٌّ. أمّا نموُّ النباتِ بعيدًا عن المؤثِّرِ فانتحاءٌ سلبيٌّ.

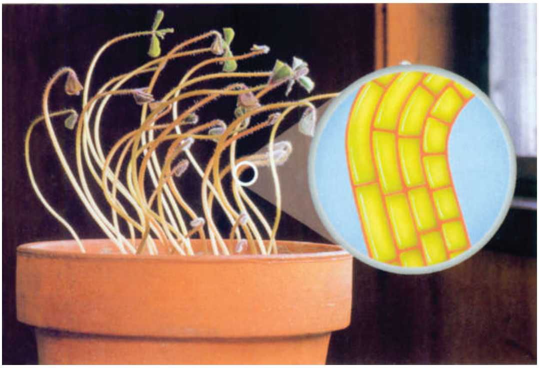
الضوءِ

ماذا يحدُثُ إذا وضعْتَ نباتًا منزليًّا، بحيث يحصُلُ على الضوءِ من جهةٍ واحدةٍ فقط، كالنافذةِ مثلاً؟ من المحتمل أنْ تنحنيَ رؤوسُ النباتِ نحوَ الضوءِ. الانحناءُ نحوَ الضوءِ انتحاءٌ إيجابيٌّ. والتغيُّرُ في اتِّجاهِ نموِّ النباتِ الذي يسبِّبُهُ الضوءُ يسمّى الانتحاءَ الضوئيَّ. تظهرُ نتيجةُ الانتحاءِ الضوئيِّ في **الشكل ١**. فالنباتاتُ تنحني لأنَّ الخلايا على أحدِ جانبَيْها تنمو بالطولِ أكثرَ من الخلايا التي على الجانبِ الآخرِ.

الانتحاء: نموُّ كلِّ الكائنِ الحيِّ أو جزءٍ منه استجابةً لمؤثِّرٍ خارجيٍّ، كالضوءِ.

تحقَّق

ماذا يحدُثُ عندَما يحصُلُ النباتُ على الضوءِ من اتِّجاهٍ واحدٍ فقط؟



الشكل ١ خلايا الجانبِ المظلمِ من النباتِ تنمو بالطولِ أكثرَ من خلايا الجانبِ الآخرِ. لذلك، ينحني النباتُ نحوَ الضوءِ.

الجاذبيّةُ الأرضيّةُ

يتغيَّرُ نموُّ النباتِ أيضًا باستجابتِهِ لاتّجاهِ الجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ. هذا التغيُّرُ يسمّى الانتحاءَ للجاذبيّةِ الأرضيةِ. يَظْهَرُ تأثيرُ الانتحاءِ للجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ في **الشكل ٢**. بعد بضعةِ أيَّامٍ من وضعِ النباتِ على جانبِهِ أو رأسًا على عَقِبٍ، تغيِّرُ الجذورُ والسيقانُ اتّجاهَيْ نموِّهِما. أكثرُ القممِ الناميةِ للسيقانِ تنتحي انتحاءً سلبيًّا. وهي تنمو إلى أعلى مبتعدةً عن الأرضِ. أما القممُ الناميةُ للجذورِ فهي، بعكسِ ذلك، تنتحي انتحاءً إيجابيًّا. إنها تنمو إلى أسفلَ نحوَ مركزِ الأرضِ.

الاستجاباتُ الموسميَّةُ

ماذا يحدُث إذا أزهرَ في ديسمبر نباتٌ يعيشُ في منطقةٍ شتاؤُها باردٌ جدًّا؟ هل يكونُ النباتُ قادرًا على إنتاجِ البذورِ والثمارِ بنجاحٍ؟ من المحتمل ألاّ يكونَ كذلك، كأن تتجمَّدَ أزهارُ النباتِ وتموتُ. لذلكَ لن تُنتِجَ الأزهارُ بذورًا ناضجةً.

النباتاتُ التي تعيشُ في مناطقَ شتاؤُها باردٌ يمكنُ أن تستشعرَ التغيُّرَ في الفصولِ. كيف تستشعرُ النباتاتُ ذلك التغيُّرَ؟ عندَما يقتربُ الخريفُ والشتاءُ يقصُرُ النهارُ ويطولُ الليلُ. ويحدثُ عكسُ ذلك عندما يقتربُ الربيعُ والصيفُ. النباتاتُ تستجيبُ للتغيُّرِ الطارئِ على طولِ النهارِ.

وقفةٌ مع الرياضيات

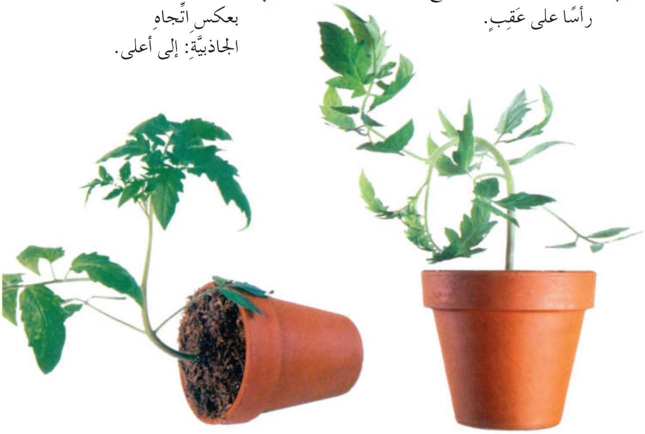
الانحناءُ بدرجات

افترضْ أن نباتًا معيَّنًا ينتحي انتحاءً ضوئيًّا إيجابيًّا نحوَ الضوءِ بسرعةِ 0.3° في الدقيقةِ. بعدَ كمْ ساعةً يبلغُ انحناؤُه 90° ؟

تحقَّقْ

كيفَ تستشعرُ النباتاتُ التغيُّراتِ الموسميَّةَ؟

الشكلُ ٢ انتحاءٌ للجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ

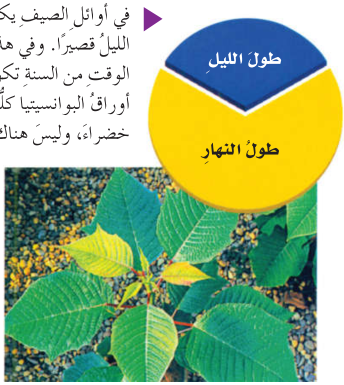


هذا النباتُ كانَ قد وضِعَ رأسًا على عَقِبٍ.

هذا النباتُ ينمو بعكسِ اتّجاهِ الجاذبيَّةِ: إلى أعلى.

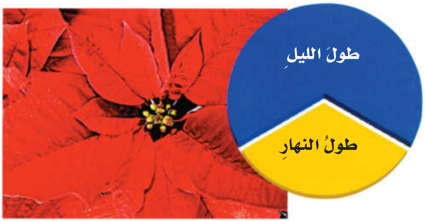
الشكلُ ٣ طولُ الليلِ ولونُ الزَّهرةِ

أوائلُ الصيفِ



في أوائلِ الصيفِ يكونُ الليلُ قصيرًا. وفي هذا الوقتِ من السنةِ تكونُ أوراقُ البوانسيتيا كلُّها خضراءَ، وليسَ هناكَ أزهارٌ.

أواخرُ الخريفِ



تزهرُنبتةُ البوانسيتيا في الخريفِ، عندما تكونُ الليالي أطولَ. الأوراقُ التي تحيطُ بتجمُّعاتِ الأزهارِ تتحوَّلُ إلى اللونِ الأحمرِ. يستخدمُ المزارعونَ المحترفونَ إضاءةً اصطناعيَّةً للتحكُّمِ في توقيتِ هذا التغيُّرِ في اللونِ.

طولُ النهارِ

إنّ الاختلافَ بينَ طولِ النهارِ وطولِ الليلِ مؤثِّرٌ بيْئِيٌّ مهمٌّ للكثيرِ من النباتاتِ. هذا المؤثِّرُ يُمكنُ أن يؤدِّيَ بالنباتاتِ إلى البَدْءِ بالتكاثرِ. على سبيلِ المثالِ، تُزهِرُ بعضُ النباتاتِ في الخريفِ أو الشتاءِ. في هذا الوقتِ يكونُ الليلُ طويلاً. هذه النباتاتُ تُسمّى **نباتاتِ النهارِ القصيرِ**. نباتُ البوانسيتيا المعروضُ في **الشكل ٣**، نباتُ نهارٍ قصيرٍ. الأُقْحُوانُ أيضًا نباتُ نهارٍ قصيرٍ. هناكَ نباتاتٌ أخرى تُزْهِرُ في الربيعِ أو في أوائلِ الصيفِ، عندَما يكونُ الليلُ قصيرًا. هذه النباتاتُ تُسمّى **نباتاتِ النهارِ الطويلِ**. البرسيمُ، والسبانخُ، والخسُّ، أمثلةٌ على نباتاتِ النهارِ الطويلِ.

الفصولُ وتساقطُ الأوراقِ

جميعُ الأشجارِ تَفقِدُ أوراقَها. لكنَّ بعضَ الأشجارِ، كالصنوبرِ، ترمي بعضَ أوراقِها على مدارِ السنةِ، بحيثُ تبقى الشجرةُ مكسوَّةً بالأوراقِ بصورةٍ دائمَةٍ. هذه الأشجارُ تُسمّى **الأشجارَ دائمةَ الخضرةِ**. للأشجارِ دائمةِ الخضرةِ أوراقٌ متكيِّفةٌ معَ العيشِ على مدارِ السنةِ. وغالبًا ما يغطِّي الأوراقَ كيوتيكلٌ سميكٌ، ليحميَها من البردِ والطَّقْسِ الجافِّ.

توجدُ أشجارٌ أخرى، كالقَيْقَبِ والسِّنْديانِ وأشجارِ الدَّردارِ ممّا يُسمّى **أشجارًا نَفْضِيَّةً**. تفقدُ هذه الأشجارُ كلَّ أوراقِها في الوقتِ نفسِه تقريبًا من كلِّ عامٍ. وفي المناطقِ الباردةِ، تفقدُ الأشجارُ النَّفْضِيَّةُ أوراقَها عادةً قبلَ بَدْءِ الشتاءِ. في المناطقِ الدافئةِ ذاتِ الفصولِ الجافَّةِ والرَّطْبةِ، تفقدُ الأشجارُ النفضيَّةُ أوراقَها قبلَ فصلِ الجَفافِ. يساعدُ فقدانُ الأوراقِ النباتَ على العيشِ في درجاتِ حرارةٍ منخفضةٍ أو لفتراتٍ طويلةٍ بلا أمطارٍ.

نشاطٌ منزليٌّ

دورانُ الأرضِ والفصولُ

انحناءُ الأرضِ ودورانُها حولَ الشمسِ يسبِّبانِ الفصولَ. ابحثْ في كيفيَّةِ تحديدِ دورانِ الأرضِ للفصولِ. اصنَعْ بمساعدةِ أسرتِك نموذجًا لدورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ. أوضحِ النتائجَ التي حصلْتَ عليها.

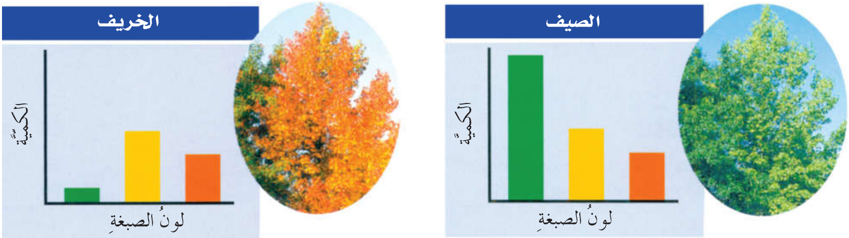
تحقَّق

قارِنْ بينَ الأشجارِ دائمةِ الخضرةِ والأشجارِ النَّفْضِيَّةِ.

الفصولُ ولونُ الأوراقِ

كما هو معروضٌ في **الشكلِ ٤**، قد تتغيَّرُ ألوانُ أوراقِ الأشجارِ النفضيَّةِ قبلَ سقوطِها. فبينما يقتربُ الخريفُ، يتحلَّلُ الكلوروفيلُ الأخضرُ. فتنكشفُ الصِّبغاتُ البرتقاليةُ أو الصفراءُ في الأوراقِ، والتي كانَ يخفيها وجودُ الكلوروفيل.

الشكلُ ٤ كمِّيَّةُ الصِّبغةِ تبعًا للفصلِ



مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يُسمَّى نموُّ النباتِ استجابةً لمؤثِّرٍ معيَّنٍ الانتحاء. توجدُ انتحاءاتٌ إيجابيَّةٌ وانتحاءاتٌ سلبيَّةٌ.
- تستجيبُ النباتاتُ للضوءِ والجاذبيَّةِ والفصولِ المتغيِّرةِ.
- يُزهرُ نباتُ النهارِ القصيرِ عندما يكونُ الليلُ طويلاً. تزهرُ نباتاتُ النهارِ الطويلِ عندما يكونُ الليلُ قصيرًا.
- لا تُسقطُ الأشجارُ دائمةُ الخضرةِ كلَّ أوراقِها دفعةً واحدةً. تفقدُ الأشجارُ النفضيَّةُ أوراقَها في الوقتِ نفسِه من كلِّ عامٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ، تعريفًا لمفردةِ الانتحاءِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تُسقِطُ الأشجارُ النَّفْضيَّةُ أوراقَها

أ. لحفظِ الماءِ أثناءَ الفصلِ الجافِّ.

ب. في الوقتِ نفسِهِ تقريبًا من كلِّ سنةٍ.

ج. لتبقى حيَّةً عندَ درجاتِ حرارةِ الشتاءِ المنخفضةِ.

د. كلُّ ما سبقَ.

٣. كيفَ يؤثِّرُ الضوءُ والجاذبيَّةُ في النباتاتِ؟

٤. كيفَ يؤثِّرُ طولُ النهارِ في إزهارِ النباتاتِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. لن يُزهِرَ نباتٌ معيَّنٌ إلا إذا بلغَ الظلامُ ٧٠٪ من فترةِ ٢٤ ساعةً. ما طولُ النهارِ في الفترةِ التي يُزهِرُ فيها النباتُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: يعيشُ الكثيرُ من الأشجارِ دائمةِ الخضرةِ في مناطقَ تكونُ فصولُ الشتاءِ فيها باردةً وطويلةً. لماذا تُبقي هذهِ الأشجارُ دائمةُ الخضرةِ أوراقَها عليها طَوالَ السنةِ؟

٧. **تحليلُ الأفكارِ**: تُزهِرُ بعضُ نباتاتِ النهارِ القصيرِ أثناءَ الشتاءِ. إذا كانَ الطقسُ البارِدُ يقلِّلُ من فُرَصِ إنتاجِ النباتِ للبذورِ، فماذا تستنتِجُ عن أماكنِ وجودِ نباتاتِ النهارِ القصيرِ هذهِ؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ:

١. النتح

٢. الانتحاء

٣. الثَّغر

٤. السبات

٥. الكلوروفيل

٦. البناءِ الضوئيٌ

٧. التنفُّسِ الخلويٌ

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٨. أثناء التبادلِ الغازيِّ عندَ النباتاتِ:

أ. يخرجُ ثاني أكسيدِ الكربون من الورقةِ ويدخلُ الأكسجينُ والماءُ.

ب. يخرجُ الأكسجينُ والماءُ من الورقةِ ويدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ.

ج. يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ والماءُ الى الورقةِ ويخرجُ الأكسجينُ.

د. يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ والأكسجينُ إلى الورقةِ ويخرجُ الماءُ.

٩. غالبًا ما تستجيبُ النباتاتُ، للضوءِ من جانبٍ واحدٍ:

أ. بالانحناءِ بعيدًا عن الضوءِ.

ب. بالانحناءِ نحوَ الضوءِ.

ج. بالذبولِ.

د. لا شيء ممّا سبقَ.

١٠. أيٌّ من التالي **لا** يتمُّ من خلالِهِ التكاثُرُ اللاجنسيُّ في النباتاتِ؟

أ. السيقانُ الجاريّةُ

ب. الدَّرَناتُ النباتيَّةُ

ج. الأزهارُ

د. النباتاتُ الصغيرةُ

إجابةٌ قصيرةٌ

١١. قارنْ بين نباتاتِ النهارِ القصيرِ ونباتاتِ النهارِ الطويلِ، من حيث توقيتُ الإزهارِ.

١٢. كيف تستجيبُ النباتاتُ المزروعةُ في الأواني للجاذبيَّةِ إذا وُضِعَتْ على أحدِ جوانبِها؟

١٣. صِفِ التلقيحَ والإخصابَ عند النباتاتِ الزَّهريَّةِ.

١٤. ما الأشياءُ الثلاثةُ التي تحتاجُ إليها البذورُ قبلَ أن تنبتَ؟

١٥. وضِّحْ كيفَ تتكوَّنُ الثمارُ والبذورُ من الأزهارِ.

١٦. قارنْ بينَ البناءِ الضوئيِّ والتنفُّسِ الخلَويِّ، من حيثُ النواتجُ والموادُّ المستخدمةُ.

١٧. ما الحقيقتانِ اللتانِ تجعلانِ البناءَ الضوئيَّ مُهِمًّا؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ والتعابيرَ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: **النباتاتِ، التنفُّسَ الخلويَّ، طاقةَ الضوءِ، الطاقةَ الكيميائيَّةَ، ثانيَ أكسيدِ الكربونِ، الأكسجينَ.**

١٩. **استدلال:** يعيشُ الكثيرُ من النباتاتِ في مناطقَ شتاؤها قاسٍ. لدى بعضِ هذهِ النباتاتِ بذورٌ لا تَنْبتُ ما لم تتعرَّضْ أوَّلاً للبردِ لمدَّةٍ طويلةٍ. كيفَ تساعدُ هذه المِيزةُ النباتاتِ الجديدةَ على العيشِ؟

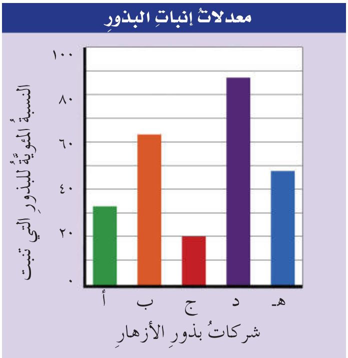
٢٠. **تحليلُ الأفكارِ:** تنتحي معظمُ سيقانِ النباتاتِ انتحاءً ضوئيًّا إيجابيًّا. وتنتحي جذورُ النباتاتِ انتحاءً جاذبيًّا إيجابيًّا. ما فوائدُ هاتيْنِ الميزتَيْنِ؟

٢١. **تطبيقُ المفاهيمِ:** ماذا تفعلُ لجعلِ البوانسيتيا تُزهِرُ وتتحوَّلُ أوراقُها إلى اللونِ الأحمرِ في الصيفِ؟

٢٢. **استدلال:** تخيَّلْ أنَّ شخصًا اكتشفَ نباتًا زهريًّا جديدًا. ولدى هذا النباتِ زهرٌ أصفرُ وسيقانٌ تحتَ أرضيَّةٍ. كيف يتكاثرُ هذا النباتُ بشكلٍ لاجنسيٍّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يُظهِرُ الرسمُ البيانيُّ أدناه معدَّلاتِ إنباتِ بذرةٍ تنتجُها شركاتُ بذورٍ مختلفةٌ. استخدِمْ هذا الرسمَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.



٢٣. عندَ أيِّ شركةِ بذورٍ تجدُ المعدَّلَ الأعلى لإنباتِ البذورِ؟ المعدَّلَ الأدنى لإنباتِ البذورِ؟

٢٤. أيٌّ من شركاتِ البذورِ كانَ عندَها نسبةُ إنباتِ البذورِ أعلى من ٥٠٪ ؟

٢٥. إذا أرادَ سعيدٌ أن يشتريَ بذورًا بمعدلِ إنباتٍ أعلى من ٦٠٪ ، فمن أيِّ شركةٍ يشتري بذورَه؟ لماذا يريدُ سعيدٌ شراءَ بذورٍ بمعدَّلِ إنباتٍ أعلى؟

الوَحدةُ

ب

الحيوانات

هل سبقَ أن زرْتَ حديقةَ حيواناتٍ، أو شاهدْتَ فيلمًا وثائقيًّا عن حيواناتِ الغابةِ؟ إذًا لديك فكرةٌ عن كثرةِ أنواعِ الحيواناتِ، من الحشراتِ الصغيرةِ إلى الحيتانِ الضخمةِ، التي تعيشُ على كوكبِ الأرضِ.

واحدٌ من أسبابِ روعةِ الحيواناتِ تنوُّعُ أشكالِها وسلوكِها.

تتعلَّمُ في هذهِ الوحدةِ عن أنواعِ الحيواناتِ الكثيرةِ، التي قد تجهلُ وجودَ بعضِها. كن مستعدًا لمغامرةٍ مع الحيواناتِ.

الخط الزمني

١٦١٠

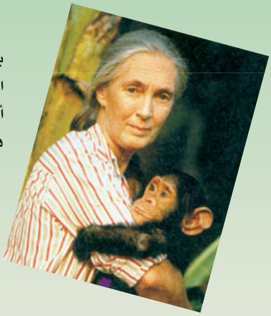
استخدمَ جاليليو مجهرًا مركَّبًا لدراسةِ تشريحِ الحشراتِ.

١٧٦١

تأسَّسَتْ أوَّلُ مدرسةٍ بيطريَّةٍ في ليون، بفرنسا.

١٩٦٠

بدأتْ عالمةُ الحيوانِ الإنجليزيَّةُ جين جودول أبحاثَها على الشمبانزي في تنزانيا.



١٦٨١

انقرضَ طائرُ الدودو
الذي لا يطيرُ.

١٦٩٣

حدَّدَ جون راي الحيتانَ
كحيواناتٍ ثدييَّةٍ.

١٨٨٢

ساهَمتِ الأبحاثُ التي جرَت على
السفينةِ «الباتروس» في زيادةٍ
معرفتِنا للحياةِ البحريَّةِ.

١٩٣٥

درسَ فرنسيس ب سمنر التلوُّنَ
الوقائيَّ في الأسماكِ.

١٩٨٧

أُسرَ آخرُ نسرٍ كوندور
في كاليفورنيا، في
محاولة لإنقاذِ نوعٍ من
الانقراض.

١٩٩٨

كيكو الحوتُ القاتلُ جرى تعليمُهُ
التقاطَ الأسماكِ.

الفصل

٤ الحيواناتُ والسلوكُ

الفكرةُ الرئيسةُ

للحيواناتِ ميزاتٌ فريدةٌ تتيحُ لها أن تتفاعلَ مع بيئتِها وبعضُها مع بعضٍ.

القسم

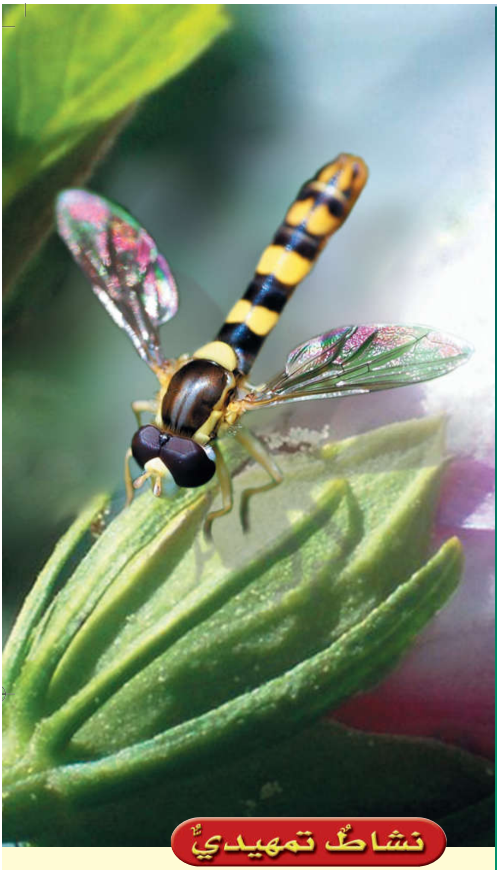
① ما الحيوان؟ ٦٢

② سلوكُ الحيواناتِ ٦٦

③ العلاقاتُ الاجتماعيَّةُ ٧٢

حولَ الصورةِ

يحتاجُ هذا العنكبوتُ إلى الغذاءِ لكي يعيشَ. وبالمقابلِ، يحتاجُ هذا اليعسوبُ إلى أن يكونَ بمنأى عن الافتراسِ. كيفَ يحصلُ العنكبوتُ واليعسوبُ وحيواناتٌ أخرى على ما تحتاجُ إليه للعيشِ؟ تستخدمُ الحيواناتُ أساليبَ سلوكٍ كثيرةٍ لتتنافسَ فيما بينَها على البقاءِ.

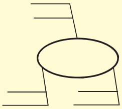


نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني

خريطةُ عنكبوتٍ:

قبل البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **خريطةِ العنكبوتِ**، سمِّ الدائرةَ «السلوكُ الحيوانيُّ». ارسمْ ساقًا لكلِّ نوعٍ من السلوكِ الحيوانيِّ. وخلالَ قراءتِكَ للفصلِ، املأ الخريطةَ بالتفاصيلِ المتعلِّقَةِ بكلِّ نوعٍ من أنواعِ السلوكِ الحيوانيِّ.



نشاطٌ استهلاليٌّ

اذهبْ في رحلةٍ إلى البرّيّةِ

ليسَ من الضروريِّ أن تسافرَ بعيدًا لرؤيةِ الحيواناتِ المثيرةِ للاهتمامِ. ركِّز نظرَك في محيطِك، تجدْ حيواناتٍ كثيرةً في محيطِك. **احذرْ**: كنْ حذرًا دائمًا بوجودِ حيواناتٍ برّيّةٍ أو غريبةٍ، لأنها قد تعضُّ أو تلدغُ. لا تلمسْ حيواناتٍ برّيّةً أو أيَّ حيواناتٍ غريبةٍ عنك.

الخطوات

١. امضِ إلى الخارجِ، وجدْ **نوعَيْن مختلفَيْن من الحيواناتِ** لتلاحظَهما.

٢. تجنَّبْ إزعاجَ الحيوانَيْن، وبهدوءٍ راقبْهما عن بُعدٍ لدقائقَ. قد ترغبُ في **استخدامِ المنظارِ** أو **العدسةِ المكبِّرةِ**.

٣. دوِّن كلَّ شيءٍ تلاحظُهُ حولَ كلِّ حيوانٍ. هل تعرفُ نوعَ كلِّ حيوانٍ منهما؟ أين وجدْتَه؟ كيف يبدو؟ ما حجمُه؟ ماذا يفعل؟ قد ترغبُ في رسمِ صورةٍ له.

التحليل

١. قارن الحيوانَيْن اللذَيْن درستَهما. هل هما مُتشابهان؟ هل لهما سلوكٌ متماثلٌ؟

٢. كيفَ يتنقلُ الحيوانان؟ هل رأيتَهُما يتواصلان مع حيواناتٍ أُخرى، أو يدافعان عن أنفسِهما؟

٣. هل بالإمكانِ أن تعرفَ ما يأكلُه كلُّ حيوانٍ؟ ما الخصائصُ التي تساعدُ كلَّ حيوانٍ في العثورِ على الغذاءِ، أو الإمساكِ به؟

القسمُ
١

ما الحيوان؟

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الاختلافَ بينَ الفقاريّاتِ واللافقاريّاتِ.
- يصفُ الخصائصَ الخمسَ المشتركةَ بينَ كلِّ الحيواناتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الجنين
المُستهلِك

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ أن تقرأَ هذا القسمَ، اكتبْ عنوانَ كلِّ جزءٍ فيه. ثمَّ، اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنَّك ستتعلَّمُه.

فيمَ تفكِّرُ عندَما تسمعُ كلمةَ حيوانٍ؟ قد تفكِّرُ في الحصانِ أو القطَّةِ. وقد تفكِّرُ في الزرافاتِ أو الدببةِ. لكن هل تفكِّرُ في الإسفنجِ؟

الإسفنجُ الطبيعيُّ الذي يستخدمُه الناسُ للغسيلِ هو بقايا حيوانٍ. ويوجدُ تنوُّعٌ كبيرٌ في الحيواناتِ، من حيثُ الشكلُ ومن حيثُ الحجمُ. لدى بعضِها أربعُ أرجلٍ وشعرٌ، لكنَّ أكثرَها ليسَ كذلك. بعضُها أصغرُ جدًّا من أن يُشاهَدَ من دونِ مجهرٍ. وبالمقابلِ هناك حيواناتٌ أكبرُ من حافلةِ المدرسةِ. الحيواناتُ كافّةً تنتمي إلى مملكةِ الحيوانِ.

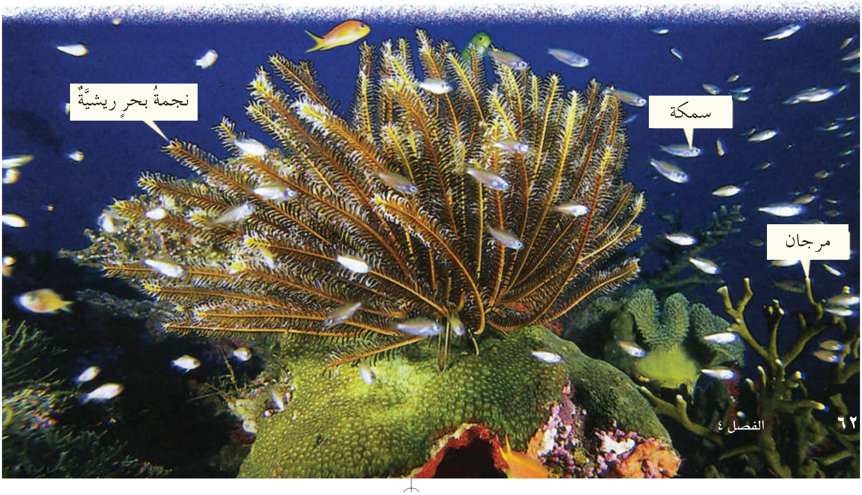
التنوُّعُ الحيوانيُّ

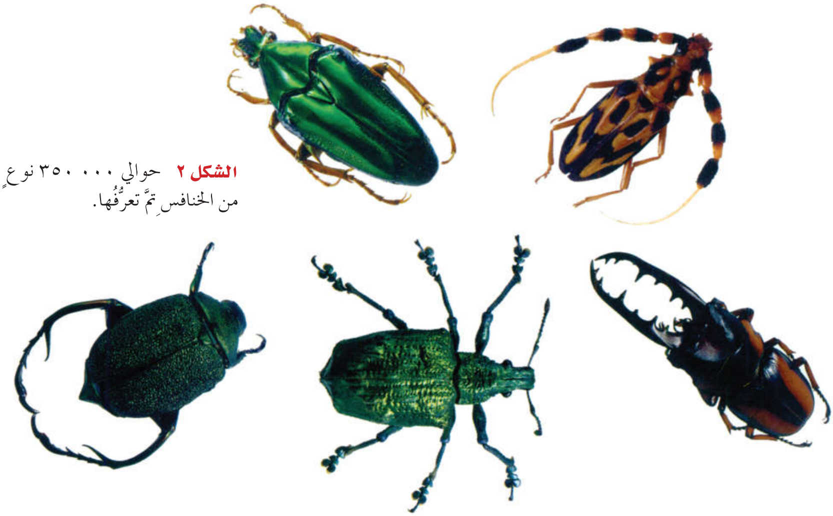
كم نوعًا من الحيواناتِ ترى في **الشكل ١**؟ قد تُفاجأُ حين تعلمُ أن النجومَ الريشيَّةَ والمرجانَ حيواناتٌ. العناكبُ والسمكُ والطيورُ، هي أيضًا حيواناتٌ. البزّاقُ والكنغرُ والقرودُ حيواناتٌ كذلك. لقد سمّى العُلماءُ أكثرَ من مليونِ نوعٍ من أنواعِ الحيواناتِ. لكنَّ كثيرًا من الأنواعِ الموجودةِ لم تُسمَّ بعدُ. يقدِّرُ بعضُ العلماءِ أنّ أكثرَ من ٣ ملايينِ نوعٍ من الحيواناتِ تعيشُ على الأرضِ.

الفقاريّات

أكثرُ الحيواناتِ لا تُشبهُ الإنسانَ في شيءٍ. لكنَّنا نتشاركُ في كثيرٍ من الخصائصِ مع مجموعةٍ من الحيواناتِ، تُسمّى الفقاريّاتِ. **الحيوانُ الفقاريُّ** لـه عمودٌ فقريٌّ. تتضمَّنُ الفقاريّاتُ الأسماكَ والبرمائيّاتِ والزواحفَ والطيورَ والثدييّاتِ. قد تصلُ الثدييّاتُ إلى ٥ ٠٠٠ نوعٍ.

الشكل ١ جميعُ الكائناتِ الحيَّةِ في هذه الصورةِ هي حيواناتٌ.





الشكل ٢ حوالي ٣٥٠٠٠٠ نوعٍ من الخنافسِ تمَّ تعرُّفُها.

اللافقاريّات

يرجَّحُ أن تكونَ على معرفةٍ للفقاريّاتِ أكثرَ من اللافقاريّاتِ، لكنَّ الفقاريّاتِ بلا شكٍّ أقلّيَّةٌ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ. أقلُّ من ٥ ٪ من الأنواعِ الحيوانيَّةِ المعروفةِ فقاريّاتٌ. وأكثرُ الأنواعِ الحيوانيَّةِ من حشراتٍ وحلزوناتٍ وقناديلِ بحرٍ وديدانٍ و**لافقاريّاتٍ** أخرى، هي حيواناتٌ بلا عمودٍ فقريٍّ. في الحقيقةِ، تشكِّلُ الخنافسُ أكثرَ من ٣٠ ٪ من كلِّ الأنواعِ الحيوانيَّةِ! يعرضُ **الشكلُ ٢** بعضَ أنواعِ الخنافسِ.

تحقّقْ

هل الإنسانُ من الفقاريّاتِ أم من اللافقاريّاتِ؟

خصائصُ الحيواناتِ

الإسفنجيّاتُ والديدانُ والبطاريقُ والأسودُ كلُّها حيواناتٌ. لكنْ، قبلَ حوالي ٢٠٠ سنةٍ، اعتقدَ كثيرونَ أن الإسفنجيّاتِ نباتاتٌ. ولا يبدو على الديدانِ شَبَهٌ بالبطاريقِ أو الأسودِ، فلمَ إذن نقولُ إن كلَّ هذه الكائناتِ حيواناتٌ؟ ما الذي يحدِّدُ إن كانَ كائنٌ حيٌّ حيوانًا أو نباتًا، أو شيئًا آخرَ؟ ليسَ هناكَ جوابٌ وحيدٌ. لكنَّ كلَّ الحيواناتِ تتشاركُ في خصائصَ تميِّزُها من باقي الكائناتِ الحيَّةِ.

التركيبُ عديدُ الخلايا

كلُّ الحيواناتِ **عديدةُ الخلايا**، ممّا يعني أنّها مكوَّنةٌ من خلايا كثيرةٍ. في جسمِك تريليوناتٌ من الخلايا. خلايا الحيوانِ **حقيقيّةُ النواةِ**، مما يعني أنّ لها نواةً. على خلافِ خلايا النباتِ، ليس لخلايا الحيوانِ جدرٌ خلويَّةٌ. خلايا الحيوانِ محاطةٌ بأغشيةٍ خلويَّةٍ فقط.

نشاطٌ منزليٌّ

استكشفْ بيتَك

بمشاركةِ عائلتِك، عدِّدْ كلَّ الحيواناتِ التي تجدُها حولَ بيتِك. هل لديكَ حيواناتٌ أليفةٌ؟ هل تنسجُ أيُّ عناكبَ شباكَها خارجَ بابِ المنزلِ؟ هل بالإمكانِ أن ترى أيَّ حيواناتٍ من نافذتِك؟ تذكَّرْ أنَّ القططَ والعناكبَ والطيورَ حيواناتٌ. عندَما تنهي كتابةَ القائمةِ، حضِّرْ ملصقًا عن الحيواناتِ التي وجدتَها.

التكاثرُ والتطوُّر

كلُّ الحيواناتِ تقريبًا تتكاثرُ جنسيًّا. تنتجُ هذه الحيواناتُ خلايا جنسيَّةً، هي إمّا بويضاتٌ وإمّا خلايا ذكريَّةٌ. عندما تتّحدُ بويضةٌ وخليَّةٌ ذكريَّةٌ أثناءَ الإخصابِ تكوِّنانِ الخليَّةَ الأولى لكائنٍ حيٍّ جديدٍ. تنقسمُ هذه الخليَّةُ إلى خلايا كثيرةٍ لتشكِّلَ جنينًا. **الجنينُ** **Embryo** كائنٌ حيٌّ في مرحلةٍ مُبكرةٍ من التطوُّر. يمكنُكَ رؤيةُ جنينِ فأرٍ في **الشكلِ ٣**. كثيرٌ من مراحلِ التطوُّرِ تتَّبعُ مرحلةَ الجنينِ خلالَ نموِّ الحيوان.

رأس
ذيل
طرفٌ خلفيٌّ
طرفٌ أماميٌّ

الشكل ٣ الأجنَّةُ صغيرةٌ جدًّا. عندمَا يكونُ جنينُ الفأرِ، كهذا، بعمرِ ١٠ أيّامٍ، يكونُ طولُه حوالَي 4.5 mm.

أنواعٌ قليلةٌ من الحيواناتِ تتكاثرُ لاجنسيًّا. الهيدرا، مثلاً، تتكاثرُ بالتبرعم. في **التبرعم**، ينفصلُ جزءٌ من الكائنِ الحيِّ عنه، ويتطوَّرُ إلى كائنٍ حيٍّ جديدٍ.

الجنين: نباتٌ أو حيوانٌ في مرحلةٍ مبكرةٍ من التطوُّر.

أجزاءٌ كثيرةٌ متخصِّصةٌ

في جسمِ الحيوانِ أجزاءٌ متميِّزةٌ تؤدّي وظائفَ متنوِّعةً. عندمَا تنقسمُ البويضةُ المخصَّبةُ إلى عدَّةِ خلايا، لتشكِّلَ جنينًا، تمرُّ الخلايا بعمليَّةِ **التميُّز**. خلالَ عمليَّةِ التميُّزِ، تتطوَّرُ الخلايا إلى أنواعٍ مختلفةٍ من الخلايا. بعضُ الخلايا تصبحُ خلايا جلديَّةً. وتصبحُ خلايا أُخرى خلايا عضليَّةً أو خلايا عصبيَّةً، أو خلايا عظميَّةً. هذه الأنواعُ من الخلايا تشكِّلُ **الأنسجةَ**، وهي مجموعاتٌ من الخلايا المتماثلة. الخلايا العضليَّةُ، مثلاً، تشكِّلُ نسيجًا عضليًّا. وتشكِّلُ الخلايا العصبيَّةُ نسيجًا عصبيًّا.

لأكثرِ الحيواناتِ أعضاءٌ أيضًا. **العضوُ** مجموعةٌ من الأنسجةِ التي تؤدّي وظيفةً معيَّنةً في الجسم. قلبُكَ ورئتاكَ وكليتاكَ، جميعُها أعضاء. لكلِّ عضوٍ في جسمِ الحيوانِ عملٌ مميَّزٌ. فلسمكةِ القرشِ الظاهرةِ في **الشكل ٤** أعضاءٌ تمكِّنُها من هضمِ الطعامِ وضخِّ الدمِ والإحساسِ بالبيئةِ.

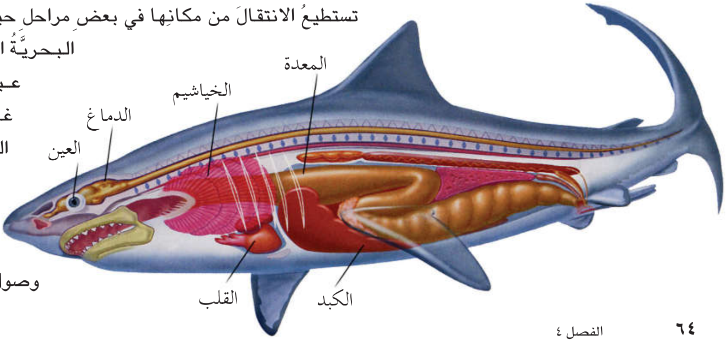
تحقَّق

سمِّ ثلاثةَ أعضاءٍ في داخلِ جسمِك.

التنقُّل

أكثرُ الحيواناتِ يمكنُها أن تنتقلَ من مكانٍ إلى آخرَ. قد تطيرُ أو تجري أو تسبحُ أو تقفزُ. تستخدمُ كلُّ الحيواناتِ تقريبًا التنقُّلَ للبحثِ عن الغذاءِ أو الملجأ، أو الزوجِ في مرحلةٍ معيَّنةٍ من حياتِها. لكنَّ بعضَ الحيواناتِ لا تستطيعُ الانتقالَ من مكانِها في بعضِ مراحلِ حياتِها. شقائقُ النعمانِ البحريَّةُ الصغيرةُ، مثلاً، تسبحُ عبرَ المحيطِ لإيجادِ غذائِها. لكنَّ شقائقَ النعمانِ البحريَّةَ البالغةَ تتثبَّتُ على الصخورِ أو بقاعِ المحيطِ، وتنتظرُ وصولَ الغذاءِ إليها.

الشكل ٤ كمعظمِ الحيوانات، لدى أسماكِ القرشِ أعضاءٌ للهضمِ ودورانِ الدمِ والإحساسِ بالبيئةِ.



الاستهلاك

لا تستطيعُ الحيواناتُ صنعَ غذائِها بنفسِها. تعيشُ كلُّ الحيواناتِ على أكلِ كائناتٍ حيَّةٍ أُخرى، أو أجزاءٍ أو مُنتجاتٍ لكائناتٍ حيَّةٍ أُخرى. الحيواناتُ بعبارةٍ أخرى مُستهلِكاتٌ. **المستهلِكُ Consumer** كائنٌ حيٌّ يأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. تفصلُ هذه الميزةُ بالذاتِ الحيواناتِ عن النباتاتِ. ومع بعضِ الاستثناءاتِ القليلةِ، فإنَّ أكثرَ النباتاتِ لا تأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. ذلك أنَّ النباتاتِ تصنعُ غذاءَها بنفسِها.

تأكلُ الحيواناتُ مجموعةً منوَّعةً كبيرةً من الأطعمةِ. وكما هو معروضٌ في **الشكل ٥**، تأكلُ حيواناتُ الباندا الخيزرانَ. وتأكلُ العناكبُ حيواناتٍ أُخرى. يمتصُّ البعوضُ الدمَ. وترتشفُ الفراشاتُ الرحيقَ من الأزهارِ. الحيواناتُ كلُّها في حاجةٍ إلى الغذاءِ لتعيشَ.

الشكل ٥ حيواناتُ الباندا تأكلُ حوالي 14 kg من الخيزرانِ كلَّ يومٍ.

المُستهلِك: كائنٌ حيٌّ يأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى أو موادَّ عضويَّةً.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- سمّى العلماءُ أكثرَ من مليونِ نوعٍ حيوانيّ. أكثرُ الحيواناتِ من اللافقاريّاتِ.
- الحيواناتُ عديدةُ الخلايا، تتكاثرُ جنسيًّا (في العادةِ)، ولها الكثيرُ من الأجزاءِ المتخصِّصةِ، وهي قادرةٌ على التنقُّلِ، وتستهلكُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. وحدَها الحيواناتُ لها هذه الميزاتُ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْن التاليتَيْن: **الجنين** و**المُستهلِك**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسيةِ

٢. أيٌّ من التالي ينطبقُ على أنَّ الإسفنجَ حيوانٌ؟

أ. تأكلُ الإسفنجيّاتُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى.

ب. تصنعُ الإسفنجيّاتُ غذاءَها بنفسِها.

ج. تتنقَّلُ الإسفنجيّاتُ طوالَ الوقتِ.

د. للإسفنجيّاتِ عمودٌ فقريٌّ.

٣. ما الخصائصُ الخمسُ التي تميِّزُ الحيواناتِ من الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى؟

٤. فيمَ تختلفُ الفقاريّاتُ عن اللافقاريّاتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٥. إذا كانَتْ سمكةٌ تستطيعُ أن تسبحَ مسافاتٍ قصيرةً بسرعةِ 48 m في الساعةِ، فكم تستغرقُ السمكةُ لبلوغِ سمكةٍ أصغرَ تبعدُ ٣ أمتارٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: اخترْ حيوانًا يثيرُ اهتمامَك. وضِّحْ كيفَ تعرفُ أنَّ هذا الكائنَ الحيَّ حيوانٌ.

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: افترضْ أنَّ حوضَ أسماكٍ معيَّنًا يحتوي على التالي: ماءٍ وموادَّ كيميائيَّةٍ وأسماكٍ وحلزوناتٍ وطحالبَ ونباتاتٍ وحصًى. أيٌّ من هذه الموادِّ كائنٌ حيٌّ؟ أيٌّ منها حيوانٌ؟ لماذا لا تُصنَّفُ بعضُ الكائناتِ الحيَّةِ كحيواناتٍ؟

القسمُ
٢

سلوكُ الحيواناتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ الاختلافَ بينَ السلوكِ المتعلَّمِ والسلوكِ الفطريِّ.
- يصفُ خمسةَ أنواعٍ من السلوكِ الذي يساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ.
- يصفُ كيفَ تؤثِّرُ الساعاتُ الحيويَّةُ على الحيواناتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السلوكُ الفطريُّ
السلوكُ المتعلَّمُ
المجالُ الحيويُّ
السباتُ الشتويُّ
السباتُ الصيفيُّ
الإيقاعُ اليوميُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديك من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلتَكَ في مجموعةٍ صغيرةٍ.

افترضْ أنّك تطلُّ من نافذةٍ وترى طائرًا يطيرُ بعيدًا عن شجرةٍ. هل تركَ عشَّهُ بحثًا عن الغذاءِ؟ هل فرَّ من الخطرِ؟

مع أن هدفَ الطائرِ قد لا يكونُ واضحًا، فإنه يطيرُ بعيدًا لسببٍ معيَّنٍ. تهربُ الحيواناتُ من الأعداءِ، وتبحثُ عن الغذاءِ، وتحاربُ من أجلِ المجالِ الحيويِّ، وتبني المأوى. كلُّ هذه النشاطاتِ تُعرفُ **بالسلوكِ**.

أنواعُ السلوكِ

كيفَ تعرفُ الحيواناتُ أن هناك خطرًا؟ كيفَ تعرفُ أين تجِدُ الغذاءَ؟ أحيانًا، تعرفُ الحيواناتُ بالفطرةِ كيفَ تتصرَّفُ، لكنَّها في أحيانٍ أُخرى تتعلَّمُ كيفَ تتصرَّفُ.

السلوكُ الفطريُّ

السلوكُ الذي لا يعتمدُ على تعلُّمٍ أو تجربةٍ يعرفُ **بالسلوكِ الفطريِّ** **Innate behavior**. السلوكُ الفطريُّ موروثٌ من خلالِ الجيناتِ. ترثُ الأبقارُ الصغيرةُ الميلَ إلى المضغِ. ويرثُ النحلُ الميلَ إلى الطيرانِ. الطيرُ الذكرُ في **الشكل ١** ورثَ الميلَ إلى جمعِ أجسامٍ ملوَّنةٍ لبناءِ عُشِّهِ. بعضٌ من السلوكِ الفطريِّ يبدأُ منذ الولادةِ. الحيتانُ المولودةُ حديثًا تملكُ قدرةً فطريَّةً على السباحةِ. وهناك سلوكٌ فطريٌّ يتطوَّرُ بعدَ شهورٍ أو سنواتٍ من الولادةِ، ومثالُه المشيُ لدى الإنسانِ. فمع أنَّه فطريٌّ لدينا، فإننا لا نمشي حتّى نبلغَ السنةَ تقريبًا.

السلوكُ المتعلَّمُ

السلوكُ الفطريُّ يمكنُ أن يتعدَّلَ. فالحيواناتُ تستخدمُ التعلُّمَ أحيانًا لتغييرِ سلوكٍ ما. **السلوكُ المتعلَّمُ** **Learned behavior** سلوكٌ يتمُّ تعلُّمُه من التجربةِ أو من ملاحظةِ حيواناتٍ أخرى. يرثُ الإنسانُ الميلَ إلى الكلامِ. لكنَّ اللغةَ التي نستخدمُها لا تورَّثُ. قد نتعلَّمُ العربيَّةَ أو الإنجليزيَّةَ أو لغةَ الإشارةِ. كلُّ الحيواناتِ يمكنُ أن تتعلَّمَ.

الشكل ١ ذكرُ طيرٍ يجمعُ أجسامًا ملوَّنةً لعشِّهِ كي يجذبَ أنثاه للتزاوجِ.

الشكل ٢ يصنعُ الشمبانزي الأدواتِ، ويستخدمُها لاستخراجِ النملِ وغذاءٍ آخرَ من أماكنَ صعبةِ المنالِ.

سلوكُ البقاءِ

تعتمدُ الحيواناتُ على سلوكِها للبقاءِ. ولكي يبقى الحيوانُ حيًّا عليه أن يقومَ بعدَّةِ أشياءَ. يجبُ أن يظلَّ بمنأى عن افتراسِه، وأن يجدَ غذاءً وماءً ومكانًا للعيشِ.

إيجادُ الغذاءِ

تجدُ الحيواناتُ الغذاءَ بطرقٍ عدَّةٍ. يطيرُ النحلُ من زهرةٍ إلى زهرةٍ لامتصاصِ الرحيقِ. تتسلَّقُ الكُوالا الأشجارَ للحصولِ على أوراقِ الكينا. حيواناتٌ، كالشمبانزي الظاهرِ في **الشكل ٢** تستخدمُ الأدواتِ للحصولِ على الغذاءِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تصطادُ غذاءَها. البومُ، مثلاً، يصطادُ الفئرانَ.

الحيواناتُ التي تأكلُ الحيواناتِ الأخرى تُعرفُ **بالمُفترِساتِ**. والحيوانُ الذي يؤكلُ هو **الفريسةُ**. وحتى الحيواناتُ المفترسةُ تكونُ أحيانًا فريسةً لحيوانٍ آخرَ. الضفدعُ مثلاً يأكلُ الحشراتِ. الضفدعُ إذن مُفترِسٌ. لكنَّ هذا الضفدعَ قد يأكلُهُ ثعبانٌ. في هذه الحالةِ، يكونُ الضفدعُ فريسةً.

تحديدُ المجالِ الحيويِّ

أحيانًا تضطرُّ أفرادُ النوعِ نفسِه إلى التنافسِ على الغذاءِ والإناثِ. فتقومُ بعضُ الحيواناتِ بتحديدِ مساحاتٍ توفِّرُ لها الطاقةَ لتجنُّبِ هذه المنافسةِ. **المجالُ الحيويُّ** Territory حيِّزٌ يشغلُه حيوانٌ واحدٌ أو مجموعةُ حيواناتٍ لا تسمحُ لأفرادٍ سواها من النوعِ نفسِه بدخولِه. تُحدِّدُ بعضُ الطيورِ مجالَها الحيويَّ بالتغريدِ. تنذرُ التغريدةُ طيورًا أُخرى بعدمِ دخولِ هذا المجالِ. إذا دخلَتْ طيورٌ أُخرى المنطقةَ، تعتمدُ الطيورُ صاحبةُ المجالِ إلى طردِها خارجًا. تستخدمُ الحيواناتُ مجالاتِها الحيويَّةَ للتزاوجِ وتربيةِ صغارِها وإيجادِ الغذاءِ.

السلوكُ الفطريُّ: سلوكٌ موروثٌ لا يعتمدُ على البيئةِ أو التجربةِ.

السلوكُ المتعلَّمُ: سلوكٌ يتمُّ تعلُّمُه من التجربةِ.

المجالُ الحيويُّ: حيِّزٌ يشغلُه حيوانٌ واحدٌ أو مجموعةُ حيواناتٍ، لا تسمحُ لأفرادٍ سواها من النوعِ نفسِه بدخولِه.

تحقَّقْ

ما العلاقةُ بينَ المفترسِ وفريستِه؟

رابطُ دراساتٍ اجتماعيّةٍ

أدواتٌ دفاعيّةٌ

يستخدمُ الناسُ أدواتٍ للدفاعِ عن بيوتِهم. يبني بعضُهم بيوتًا مرفوعةً على أعمدةٍ لبقائِها آمنةً من الفيضاناتِ. ويوقدُ آخرون نارًا دخانيَّةً لإبقاءِ الحشراتِ اللاسعةِ بعيدةً عن بيوتِهم. اكتبْ فقرةً تذكُر فيها كيفَ تبنى المنازلُ في منطقتِك لحمايةِ الناسِ من الحيواناتِ أو الطقسِ السيّئِ.

تحقَّقْ

ما الطريقتان اللتان يستخدمُهما الأرنبُ ليدافعَ عن نفسِه؟

الشكل ٣ الظرابينُ ترشُّ موادَّ كيميائيَّةً مزعجةً على المهاجمين لتحميَ نفسَها.

العملُ الدفاعيُّ

يسمحُ السلوكُ الدفاعيُّ للحيواناتِ بحمايةِ مواردِها، بما في ذلك مجالُها الحيويُّ، من الحيواناتِ الأخرى. تدافعُ الحيواناتُ عن الغذاءِ، والإناثِ والأبناءِ. هل سبقَ أن سمعْتَ زمجرةَ كلبٍ عندَما يقتربُ شخصٌ منه أثناءَ تناولِ الغذاءِ؟ كثيرٌ من ذكورِ الحيواناتِ، كالأسودِ، تحاربُ بضراوةٍ للدفاعِ عن الإناثِ. تستخدمُ بعضُ الطيورِ أساليبَ صرفِ الانتباهِ للدفاعِ عن صغارِها. عندَما يقتربُ مفترسٌ، قد تتظاهرُ أنثى طيورِ الزقزاقِ بأن جناحَها مكسورٌ، وتبتعدُ عن صغارِها. هذا العملُ يصرفُ انتباهَ المفترسِ عن الصغارِ فتبقى آمنةً.

يساعدُ السلوكُ الدفاعيُّ الحيواناتِ أيضًا على حمايةِ نفسِها من المفترساتِ. إحدى الطرقِ التي تستخدمُها الحيواناتُ لتفادي المفترساتِ هي أن تصعِّبَ على المفترسِ رؤيتَها، كأن «يجمدَ» أرنبُ نوعٍ معيَّنٍ في مكانِه، بحيث يتآلفُ لونُه مع محيطِ الشجيراتِ أو الأعشابِ. لكن عندَما يدركُ المفترسُ فريستَه، فإن الفريسةَ تحتاجُ إلى طريقةٍ أُخرى للدفاعِ عن نفسِها. تحاولُ الأرانبُ أن تسبقَ المفترسَ. النحلُ والنملُ والدبابيرُ تحقنُ حمضًا قويًّا في مهاجميها. ترى في **الشكل ٣** ظرابينَ ترشُّ موادَّ كيميائيَّةً مزعجةً على المفترساتِ. هل سبقَ أن دافعَ حيوانٌ عن نفسِه منك؟

المغازلة

تحتاجُ الحيواناتُ إلى إيجادِ الأزواجِ للتكاثرِ. التكاثرُ ضرورةٌ لبقاءِ النوعِ. لدى الحيواناتِ سلوكٌ خاصٌّ يساعدُها في العثورِ على الزوجِ. هذا السلوكُ يُعرفُ باسمِ **المغازلةِ**. تبني بعضُ الطيورِ والسمكِ الأعشاشَ لاجتذابِ الزوجِ. بينَما تستخدمُ الحيواناتُ الأخرى حركاتٍ وأصواتًا خاصَّةً. يُظهرُ **الشكلُ ٤** طائرَيْن يؤدّيان عرضَ مغازلةٍ.

الشكل ٤ هاتان الكركيتان الأرضيَّتان اليابانيَّتان تستخدمان رقصةَ مغازلةٍ متقنةٍ لتعلمَ إحداهُما الأخرى بالاستعدادِ للتزاوجِ.

الشكل ٥ الحيتانُ القاتلةُ البالغةُ تعلِّمُ صغارَها في السنواتِ الأولى من حياتِها كيفَ تصطادُ.

الأبوَّة

بعضُ الحيواناتِ، كيرقاتِ الفراشاتِ، تكونُ منذُ ظهورِها قادرةً على الاعتناءِ بنفسِها. لكنَّ كثيرًا من الحيواناتِ الصغيرةِ تعتمدُ في العيشِ على آبائِها. تُجهِّزُ بعضُ الطيورِ البالغةُ الغذاءَ لصغارِها، لأنَّها لا تستطيعُ تغذيةَ نفسِها بعدَ التفقيسِ. حيواناتٌ أُخرى، كالحيتانِ القاتلةِ في **الشكل ٥**، تقضي سنواتٍ تعلِّمُ صغارَها كيف تتصيَّدُ طعامَها.

السلوكُ الموسميُّ

يرتدي الناسُ ملابسَ سميكةً عندَما تنخفضُ درجةُ الحرارةِ في الخارجِ. وكثيرٌ من الحيواناتِ أيضًا، عليها أن تتعاملَ مع البردِ القارسِ شتاءً. كما أنها قد تواجهُ نقصًا غذائيًّا في الشتاءِ. تختبئُ الضفادعُ من البردِ بحفرِ جحورٍ في الطين. وتخزنُ السناجيبُ الغذاءَ استعدادًا للشتاءِ. يساعدُ السلوكُ الموسميُّ الحيواناتِ على التكيُّفِ مع البيئةِ.

الهجرة

إن الكثيرَ من الحيواناتِ تتفادى الطقسَ البارد، بالانتقالِ إلى أماكنَ أكثرَ دفئًا. تهاجرُ هذه الحيواناتُ لإيجادِ الغذاءِ والماءِ والمآوي الآمنةِ. **الهجرةُ** رحيلٌ من مكانٍ إلى آخرَ. الحيتانُ والسلمونُ والخفافيشُ، وحتى الشمبانزي تهاجرُ. كلَّ شتاءٍ، تهاجرُ الفراشاتُ الظاهرةُ في **الشكل ٦** إلى وسطِ المكسيك آتيةً من جميعِ أنحاءِ أمريكا الشماليَّةِ. وكلَّ خريفٍ، تقطعُ طيورُ نصفِ الكرةِ الأرضيَّةِ الشماليَّ آلافَ الكيلومتراتِ. وفي الربيعيَّةِ، ترجعُ شمالاً لبناءِ الأعشاشِ.

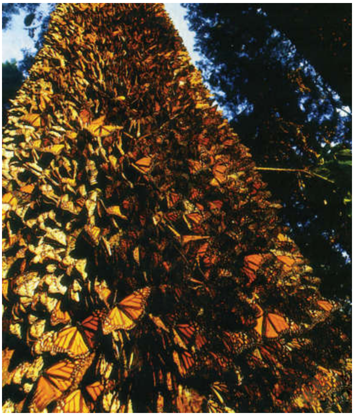
إذا كنتَ تخطِّطُ لرحلةٍ، قد تستعملُ خريطةً لذلك. لكنْ كيفَ تعرفُ الحيواناتُ وجهةَ رحيلِها؟ للرحلاتِ القصيرةِ، يعتمدُ كثيرٌ من الحيواناتِ على المعالمِ الأرضيَّةِ لإيجادِ طريقِها. **المعالمُ الأرضيَّةُ** أشياءُ ثابتةٌ يعتمدُ عليها حيوانٌ لإيجادِ طريقِه. تعتمدُ الطيورُ على معالمَ مثلِ السلاسلِ الجبليَّةِ والأنهارِ والشرائطِ الساحليَّةِ لإيجادِ طريقِها.

مختبرٌ سريعٌ

خريطةُ الهجرةِ

١. اعملْ مع زميلٍ في الصفِّ على رسمِ خريطةٍ لمدرستِك. ضمِّنْها على الأقلِّ خمسةَ معالمَ.
٢. استخدمْ **بوصلةً** لترسمَ على خريطتِك الشمالَ والجنوبَ والشرقَ والغربَ.
٣. ارسمِ الطريقَ التي ستسافرُ عليها لو كنت مهاجرًا من الشمالِ إلى الجنوبِ.
٤. استخدمِ المعالمَ واتّجاهاتِ البوصلةِ لوصفِ طريقِ هجرتِك.

الشكل ٦ يتجمَّعُ هذا النوعُ من الفراشاتِ في الشتاءِ، فيشغلُ كلَّ هكتارٍ ٤ ملايين فراشة!



الشكل ٧ يبطأُ نشاطُ الدببةِ في الشتاءِ، لكنَّها لا تدخلُ في سباتٍ عميقٍ.

الإبطاء

تتعاملُ بعضُ الحيواناتِ مع نقصِ الغذاءِ والماءِ باللجوءِ إلى السباتِ. **السباتُ الشتويُّ** Hibernation فترةُ خمولٍ وهبوطٍ في درجةِ حرارةِ الجسمِ، تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ في الشتاءِ. تعيشُ الحيواناتُ في السباتِ الشتويِّ على دُهنِ الجسمِ المخزونِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تسبتُ، بما في ذلك الفئرانُ والسناجيبُ والظرابينُ. خلالَ سباتِ الحيوانِ، تهبطُ درجةُ حرارتِه ومعدَّلُ نبضاتِ قلبِه وسرعةُ تنفُّسِه. بعضُ الحيواناتِ أثناءَ السباتِ تنخفضُ درجةُ حرارةِ جسمِها إلى بضعِ درجاتٍ فوقَ درجةِ التجمُّدِ، ولا تستيقظُ لأسابيعَ كاملةٍ. حيواناتٌ أُخرى، كالدبِّ الظاهرِ في **الشكل ٧**، تبطأُ أنشطتُها، لكنَّها لا تدخلُ في سباتٍ عميقٍ. كما أن درجةَ حرارةِ جسمِ الدبِّ لا تقتربُ من درجاتِ التجمُّدِ. كذلك تنامُ الدببةُ لفتراتٍ أقصرَ من مدَّةِ سباتِ الحيواناتِ الأخرى.

لا يمثِّلُ الشتاءُ الفصلَ الوحيدَ الذي يصعبُ فيه إيجادُ المواردِ. ذلك أنَّ الكثيرَ من السناجيبِ والفئرانِ تمرُّ ببطءٍ داخليٍّ مماثلٍ في الفترةِ الأشدِّ حرًّا من الصيفِ، عندَما ينقصُ الماءُ والغذاءُ. هذه الفترةُ من النشاطِ المخفَّضِ صيفًا تُسمّى **السباتَ الصيفيَّ** Estivation.

الساعةُ الحيويَّةُ

تحتاجُ الحيواناتُ إلى متابعةِ الوقتِ، لكي تعرفَ متى تخزنُ الغذاءَ ومتى تهاجرُ. إنّ الضبطَ الداخليَّ لدوراتِ الحيوانِ الطبيعيَّةِ يسمّى **الساعةَ الحيويَّةَ**. قد تستخدمُ الحيواناتُ مؤشِّراتٍ كطولِ النهارِ ودرجاتِ الحرارةِ «لضبطِ ساعاتِها».

تتَّبعُ بعضُ الساعاتِ الحيويَّةِ دوراتٍ يوميَّةً. هذه الدوراتُ اليوميَّةُ تُسمّى **الإيقاعاتِ اليوميَّةَ** Circadian rhythms. أكثرُ الحيواناتِ تستيقظُ وتشعرُ بالنعاسِ في الوقتِ نفسِه تقريبًا كلَّ نهارٍ وليلٍ. هذا مثالٌ على الإيقاعِ اليوميِّ.

السباتُ الشتويُّ: فترةٌ من الخمولِ والهبوطِ في درجةِ حرارةِ الجسمِ، تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ شتاءً كحمايةٍ من الطقسِ الباردِ وقلَّةِ الغذاءِ.

السباتُ الصيفيُّ: فترةٌ من الخمولِ وهبوطٍ في درجةِ حرارةِ الجسمِ تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ صيفًا كحمايةٍ منَ الطقسِ الحارِّ وقلَّةِ الغذاءِ والماءِ.

الإيقاعُ اليوميُّ: دورةٌ حيويَّةٌ يوميَّةٌ.

رابطُ عِلمِ البيئةِ

يُرجى عدمُ الإزعاجِ

خفافيشُ كثيرةٌ تتفادى نقصَ الموادِّ الغذائيَّةِ أثناءَ الشتاءِ، بالسباتِ في الكهوفِ. قد تبدو زيارةُ كهفِ خفافيشَ خلالَ سباتِها نزهةً، لكنَّ الناسَ قد يعرِّضون الخفافيشَ للخطرِ بزيارةِ كهوفِها. تنامُ الخفافيشُ محافظةً على معدّلاتٍ منخفضةٍ لنبضاتِ القلبِ، تسمحُ لها بتوفيرِ طاقتِها إلى أن يتوفَّرَ الغذاءُ. عندَما يزورُ الناسُ الكهوفَ، قد تستيقظُ الخفافيشُ. يتطلَّبُ الاستيقاظُ كثيرًا من الطاقةِ، ويصعِّبُ جدًّا على الخفافيشِ البقاءَ حتى الربيعِ لإيجادِ غذاءٍ. إذا فقدَتِ الخفافيشُ طاقةً أكثرَ مما ينبغي، قد تموتُ. قمْ بإعدادِ ملصقٍ يوضِّحُ كيف يمكنُ للناسِ أن يساعدوا الخفافيشَ على العيشِ في فصولِ الشتاءِ، بالابتعادِ عن كهوفِها.

تحقَّقْ

سمِّ ثلاثةَ حيواناتٍ تدخلُ في السباتِ الشتويِّ.

دوراتُ التغيُّرِ

بعضُ الساعاتِ الحيويَّةِ تضبطُ الدوراتِ الطويلةَ. وتكادُ الدوراتُ الموسميَّةُ تشملُ مختلفَ الحيواناتِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تسبتُ في أوقاتٍ معيَّنةٍ من السنةِ، وتتكاثرُ في الأوقاتِ الأخرى. التكاثرُ في فصلٍ معيَّنٍ يستغلُّ ظروفًا بيئيَّةً تساعدُ الصغارَ على العيشِ. كما أن أنماطَ الهجرةِ تتحكَّمُ فيها دوراتٌ موسميَّةٌ.

تضبطُ الساعاتُ الحيويَّةُ دوراتِ التغييراتِ الداخليَّةِ أيضًا. فالحشرةُ النطّاطةُ الظاهرةُ في **الشكل ٨**، مثلاً، تمرُّ بعدَّةِ مراحلَ في الحياةِ. تبدأُ كبيضةٍ، ثمَ تفقسُ كحوريَّةٍ. بعدَ ذلك تتطوَّرُ إلى حشرةٍ بالغةٍ. أخيرًا، يظهرُ الحيوانُ البالغُ من تحت غطاءِ الحوريَّةِ.

الشكل ٨ الساعةُ الحيويَّةُ للحشرةِ النطّاطةِ توعزُ إلى الحيوانِ بنزعِ غطاءِ الحوريَّةِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يصنِّفُ السلوكُ سلوكًا فطريًا وسلوكًا متعلّمًا. ينتقلُ السلوكُ الفطريُّ بالوراثةِ. يعتمدُ السلوكُ المتعلَّمُ على التجربةِ.
- السلوكُ الذي يساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ يتضمَّنُ إيجادَ الغذاءِ وتحديدَ المجالِ الحيويِّ، والعملَ الدفاعيَّ والمغازلةَ والأبوَّةَ.
- لدى الحيواناتِ ساعاتٌ حيويَّةٌ داخليَّةٌ تتحكَّمُ في الدوراتِ الطبيعيَّةِ الداخليَّةِ والموسميَّةِ واليوميَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **المجالَ الحيويَّ، السلوكَ الفطريَ، الإيقاعَ اليوميَ.**

٢. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **السباتِ الشتويِّ**، و**السباتِ الصيفيِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. حيوانٌ يعيشُ في بيئةٍ جافَّةٍ حارَّةٍ قد يقضي الصيفَ في:
أ. السباتِ الشتويِّ.
ب. السباتِ الصيفيِّ.
ج. الهجرةِ إلى مناخٍ أدفأَ.
د. ليسَ ممّا وردَ أعلاه.

٤. تتحكَّمُ الساعةُ الحيويَّةُ في:
أ. الدوراتِ الموسميَّةِ.
ب. الإيقاعاتِ اليوميَّةِ.
ج. الدوراتِ الداخليَّةِ.
د. كلِّ ما وردَ أعلاه.

٥. فيمَ يختلفُ السلوكُ الفطريُّ عن السلوكِ المتعلَّمِ؟

٦. هل تسبتُ الدببةُ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٧. سمِّ خمسةَ أنماطٍ من السلوكِ تُساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. افترضْ أنّ الإيقاعاتِ اليوميَّةَ لحيوانٍ توعزُ إليه بأكلِ وجبةِ غذاءٍ كلَّ ٤ ساعاتٍ. ما عددُ وجباتِ الغذاءِ التي سيأكلُها الحيوانُ كلَّ يومٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: علِّلْ: غالبًا ما يُواجهُ الناسُ الذين يسافرون إلى مناطقِ التوقيتِ المختلفةِ بإرهاقِ السفرِ، فيعانون مشكلةَ النومِ والاستيقاظِ في الأوقاتِ الملائمةِ.

١٠. **استدلال**: أطفالٌ كثيرون يولدون بميلٍ إلى إصدارِ أصواتٍ طفوليَّةٍ. لكنَّ قليلاً من البالغين يصدرون مثلَ هذه الأصواتِ. كيف توضِّحُ هذا التغييرَ في السلوكِ الفطريِّ؟

القسمُ
٣

العلاقاتُ الاجتماعيَّةُ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ أربعةَ طرقٍ تتواصلُ بها الحيواناتُ.
- يعدّدُ ميزاتِ العيشِ في مجموعاتٍ وسلبيّاتِه.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السلوكُ الاجتماعيُّ
التواصل
الفيرومون

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيص: اقرأ هذا القسمَ بصمتٍ. شكّلْ ثنائيًّا، وتناوبْ مع زميلِكَ على تلخيصِ المادَّةِ. توقّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو ملتبسةً.

هل سبقَ أن لاحظْتَ طائرَيْنِ يطاردُ أحدهُما الآخرَ؟ قد لا يكونُ واضحًا لماذا يتصرّفانِ هكذا، لكنَ من الواضحِ أنّهما يتفاعلان.

تتفاعلُ الحيواناتُ بعضُها مع بعضٍ، كمجموعاتٍ، أو فردًا مع فردٍ. قد تعملُ معًا، أو تتنافسُ. كلُّ هذا السلوكِ يُسمّى السلوكَ الاجتماعيَّ. **السلوكُ الاجتماعيُّ** Social behavior هو التفاعلُ بينَ حيواناتٍ من النوعِ نفسِه. تعتمدُ الحيواناتُ على التواصُلِ لتفاعلاتِها الاجتماعيَّةِ.

التواصل

تخيَّلْ ما ستكونُ عليه الحياةُ إذا لم يكنِ البشرُ يستطيعون أن يتكلَّموا أو يقرأوا. لن يكونَ هناك هواتفُ ولا كتبٌ ولا إنترنت. سيكونُ العالمُ مختلفًا! اللغةُ طريقةٌ مهمَّةٌ لتواصُلِ البشرِ. في **التواصل** Communication، يجبُ أن تنتقلَ إشارةٌ من حيوانٍ إلى آخرَ، ويجبُ على لاقطِ الإشارةِ أن يستجيبَ بطريقةٍ ما. لا تستخدمُ الحيواناتُ لغةً بكلماتٍ وقواعدَ معقَّدةٍ، بل تتواصلُ بطرقٍ كثيرةٍ.

يساعدُ التواصلُ الحيواناتِ على البقاءِ. كثيرٌ من الحيواناتِ، كالذئابِ في **الشكل ١**، تتواصلُ للدفاعِ عن مجالٍ حيويٍّ ضدَّ أفرادٍ أُخرى من النوعِ نفسِه. تتواصلُ الحيواناتُ أيضًا لإيجادِ الغذاءِ، ولتحذيرِ حيواناتٍ أُخرى من الخطرِ، ولتمييزِ أفرادِ العائلةِ، ولإخافةِ المفترساتِ، ولإيجادِ الأزواجِ.

السلوكُ الاجتماعيُّ: التفاعلُ بينَ حيواناتٍ من النوعِ نفسِه.

التواصل: نقلُ إشارةٍ أو رسالةٍ من حيوانٍ إلى آخرَ تؤدّي إلى نوعٍ من الاستجابةِ.

تحقّقْ

ما الأسبابُ الستّةُ للتواصلِ بينَ الحيواناتِ؟

الشكل ١ تعوي هذه الذئابُ محذِّرةً ذئابًا أن تقتربَ من مجالِها الذي حدَّدتْه.

طرقُ التواصلِ

تتواصلُ الحيواناتُ بإرسالِ معلوماتٍ إلى حيواناتٍ أُخرى، من خلالِ الصوتِ أو اللمسِ أو الموادِّ الكيميائيَّةِ أو البصرِ. كلُّ هذه الطرقِ يمكنُ أن تستخدمَ لحملِ معلوماتٍ معيَّنةٍ.

الصوت

تتواصلُ حيواناتٌ كثيرةٌ بإصدارِ الأصواتِ: الذئابُ تعوي، وتستخدمُ الدلافينُ الصفيرَ وأصواتَ طقطقةٍ للتواصلِ مع دلافينَ أُخرى. وتغرِّدُ ذكورُ الطيورِ في الربيعِ لاستملاكِ مجالٍ حيويٍّ، أو لاجتذابِ طيورٍ للتزاوجِ.

الصوتُ إشارةٌ تصلُ إلى كثيرٍ من الحيواناتِ، على مساحةٍ واسعةٍ. وكما هو موصوفٌ في **الشكلِ ٢**، تستخدمُ الفيَلَةُ هديرًا بتردُّدٍ منخفضٍ للتواصلِ مع فيَلَةٍ أُخرى على بعدِ كيلومتراتٍ. وتغنّي الحيتانُ ذواتُ السنامِ أغنياتٍ تُسمعُ لكيلومتراتٍ عدَّةٍ. يَستخدمُ كلا النوعَيْنِ هذه الأصواتَ لإرسالِ معلوماتٍ حولَ مواقعِهما.

الشكل ٢ تتواصلُ الفيَلَةُ بأصواتٍ منخفضةِ الذبذباتِ لا يستطيعُ الإنسانُ سماعَها. عندَما يتواصلُ الفيلُ بهذه الطريقةِ، يخفقُ الجلدُ على جبهتِه.

اللمس

تستخدمُ الحيواناتُ اللمسَ أيضًا للتواصلِ. فحيواناتُ الشمبانزي، مثلاً، غالبًا ما يعتني بعضُها ببعضٍ. تتضمَّنُ العنايةُ أن ترتاحَ الحيواناتُ معًا، بينَما تلتقطُ قطعَ الجلدِ من فراءِ بعضِها. هذا النشاطُ طريقةٌ مهمَّةٌ لتواصلِ القرودِ. تستخدمُ الشمبانزي العنايةَ ليهدِّئَ أحدُها الآخرَ ويريحَه. كما تعبِّرُ باللمسِ عن الصداقةِ أو الدعمِ.

الفيرومون: مادَّةٌ يصدرُها الجسمُ، تجعلُ فردًا آخرَ من النوعِ نفسِه يستجيبُ لأمرٍ ما.

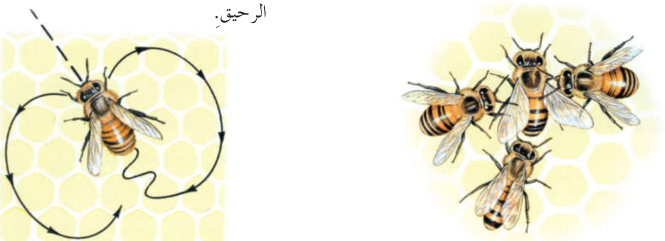
الموادُّ الكيميائيَّةُ

إحدى طرقِ تواصلِ الحيواناتِ تتمُّ باستخدامِ موادَّ كيميائيَّةٍ هي **الفيروموناتُ** Pheromone. يفرزُ النملُ وحشراتٌ أُخرى تشكيلةً من الفيروموناتِ. ثمَّةَ فيرُموناتٌ تحذيريَّةٌ تحذِّرُ نملاً آخرَ من الخطرِ. وثمَّةَ فيرموناتٌ تعريفيَّةٌ لكلٍّ من الأصدقاءِ والأعداءِ، تعرِّفُ انتماءَ نملةٍ إلى مستعمرةٍ ما.

حيواناتٌ كثيرةٌ تستخدمُ الفيروموناتِ لإيجادِ الزوجِ. ومن المدهشِ أن الفيَلَةَ والحشراتِ تستعملُ بعضَ الفيروموناتِ لاجتذابِ الأزواجِ. النملُ الناريُّ، كالنملِ الظاهرِ في **الشكلِ ٣**، يستخدمُ الفيروموناتِ لكي يحدِّدَ أيًّا من أعضاءِ المستعمرةِ يمكنُه التكاثرُ.

الشكل ٣ ملكةُ النملِ الناريِّ هذه تصنعُ فيرومونات لا يستطيعُ النملُ الآخرُ في المستعمرةِ صنعَها.

الشكل ٤ رقصُ النحل



أ تقومُ قائدةُ النحلِ بـ «رقصةِ الهزِّ» لإخبارِ النحلِ الآخرِ أينَ وجدَتِ الغذاءَ. تتجمّعُ شغّالاتُ النحلِ عن قربٍ حولَ النحلةِ الراقصةِ، لمعرفةِ التفاصيلِ عن مصدرِ الغذاءِ.

تعرفُ التابعاتُ نوعَ الغذاءِ الذي وُجدَ بشمِّ حبوبِ اللقاحِ على جسمِ القائدةِ. أو قد تُخرجُ القائدةُ بعضَ الرحيقِ لكي تشمَّهُ التابعاتُ.

ب ترقصُ النحلةُ القائدةُ راسمةً شكلَ الرَّقْمِ ٨ خافقةً جناحَيْها بسرعةٍ وهازّةً بطنَها. تُصدرُ الأجنحةُ الأصواتَ التي تبلِّغُ المعلوماتِ عن بُعدِ الغذاءِ من خليَّةِ النحلِ. بينما تمرُّ النحلةُ بالمركزِ، تهزُّ بطنَها. عددُ هزّاتِ البطنِ يخبرُ النحلاتِ الأخرياتِ عن بُعدِ الرحيقِ. واتّجاهُ الخطِّ المركزيِّ لشكلِ الرَّقْمِ ٨ يخبرُ النحلاتِ الأُخرياتِ عن الاتّجاهِ من خليَّةِ النحلِ إلى الرحيقِ.

البصر

تستخدمُ الحيواناتُ أيضًا التواصلَ البصريَّ. عندما نبتسمُ لصديقٍ، نكونُ قد بعثْنا برسالةٍ بصريَّةٍ **بلغةِ الجسمِ**. وكما هو معروضٌ في **الشكلِ ٤**، يستخدمُ النحلُ لغةَ الجسمِ، بالإضافةِ إلى أشكالٍ أخرى من التواصلِ، لنشرِ الأخبارِ حولَ الغذاءِ.

تبلِغُ لغةُ الجسمِ كثيرًا من الأفكارِ. الحيوانُ الذي يريدُ إخافةَ حيوانٍ آخرَ، قد ينفشُ ريشَه ليبدوَ أكبرَ حجمًا، أو قد يُظهرُ أسنانَه للتهديدِ. تُستخدمُ العروضُ البصريَّةُ أيضًا في التغازلِ. فثمّةَ يراعاتٌ تُصدرُ إشاراتٍ ضوئيَّةً لاجتذابِ بعضِها بعضًا. تستخدمُ الحيواناتُ أيضًا لغةً جسميَّةً عندما تلعبُ. الكلبُ في **الشكلِ ٥** ينحني لإظهارِ بأنّه يريدُ اللعبَ.

تحقَّقْ

كيف يستخدمُ النحلُ لغةَ الجسمِ؟

الشكل ٥ يمدِّدُ هذا الكلبُ رجلَيْه الأماميَّتين تعبيرًا عن رغبتِه في اللعبِ.

العيشُ الجماعيُّ

يعيشُ النمرُ بمفردِهِ، إلا حينَ تكونُ أنثى النمرِ مع صغارِها. ونادرًا ما يقابلُ نمرٌ نمورًا أُخرى. رغمَ ذلك فإن أقربَ الحيواناتِ إلى النمرِ، أي الأسدَ، نادرًا ما يكونُ وحدَهُ. تعيشُ الأسودُ في مجموعاتٍ. تنامُ معًا، وتصطادُ معًا، وتربّي صغارَها معًا. لماذا تعيشُ بعضُ الحيواناتِ في مجموعاتٍ، ويعيشُ بعضُها الآخرَ منفردًا؟

منافعُ العيشِ في مجموعاتٍ

قد يكونُ العيشُ في مجموعاتٍ أكثرَ أمانًا من العيشِ المنفردِ. تستطيعُ المجموعاتُ الكبيرةُ أن تكتشفَ أيَّ مفترسٍ بسرعةٍ، لأن لديها كثيرًا من العيونِ التي تترقّبُ الخطرَ. وكما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٦**، يمكنُ لحيوانٍ واحدٍ

أن يحذِّرَ من الخطرِ حيواناتٍ كثيرةً. كذلك تعملُ المجموعاتُ معًا للدفاعِ عن نفسِها. فثيرانُ المسكِ المهدَّدة، مثلاً، تحيطُ بصغارِها موجِّهةً قرونَها إلى الخارجِ.

العيشُ الجماعيُّ يساعدُ الحيواناتِ أيضًا عل إيجادِ الغذاءِ. فالحيواناتُ التي تصطادُ منفردةً تقتلُ عادةً حيواناتٍ أصغرَ منها فقطْ. وعلى عكسِ ذلك، تستطيعُ المفترساتُ، كالأسودِ والذئابِ، التي تطاردُ في مجموعاتٍ، أن تقتلَ فريسةً أكبرَ.

الشكل ٦ سنجابٌ أرضيٌّ يُصدِرُ صفيرَ إنذارٍ مرتفعًا لتحذيرِ السناجيبِ الأرضيَّةِ الأخرى من اقترابِ الخطرِ.

الجانبُ السلبيُّ للعيشِ في مجموعاتٍ

العيشُ في مجموعاتٍ يسبِّبُ مشكلاتٍ بالمقابلِ. فالحيواناتُ التي تعيشُ في مجموعاتٍ كبيرةٍ سوف تتنافسُ على الغذاءِ والإناثِ. والمنطقةُ التي تحتوي على غذاءٍ كافٍ لحيوانٍ واحدٍ، قد لا تحتوي على ما يكفي من الغذاءِ لمجموعةٍ من الحيواناتِ. في هذه الحالاتِ، لابُدَّ أن تتنقَّلَ المجموعاتُ بحثًا عن الغذاءِ. كما أن الحيواناتِ في المجموعاتِ تجذبُ المفترساتِ، لذلك يجبُ أن تكونَ في مراقبةٍ دائمةٍ. والعيشُ في مجموعةٍ يساهمُ في انتشارِ الأمراضِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- تتواصلُ الحيواناتُ معًا. يجبُ أن يتضمَّنَ التواصلُ الإشارةَ والاستجابةَ.
- تتواصلُ الحيواناتُ بواسطةِ الموادِّ الكيميائيَّةِ أو اللمسِ أو الصوتِ أو البصرِ.
- الحيواناتُ التي تعيشُ في مجموعاتٍ يمكنُها اكتشافُ الفرائسِ أوالمفترساتِ بسهولةٍ أكثرَ. لكنَّ العيشَ في مجموعةٍ يزيدُ المنافسةَ على الطعامِ والإناثِ وجذبَ انتباهِ المفترساتِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **السلوكِ الاجتماعيِّ** و**التواصلِ**.

٢. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا للمفردةِ التاليةِ: **الفيرومون**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من التالي **ليسَ** مثالاً على السلوكِ الاجتماعيِّ؟

أ. عواءُ ذئبٍ على ذئابٍ بعيدةٍ لحمايةِ منطقتِهِ.

ب. اختباءُ أرنبٍ من مفترسٍ.

ج. تحذيرُ سنجابٍ لسناجيبَ أُخرى من الخطرِ بإصدارِ صوتٍ.

د. اشتراكُ مجموعةٍ من الأسودِ لصيدِ فريسةٍ.

٤. اذكرْ أربعَ طرقٍ تتواصلُ بها الحيواناتُ معًا. هاتِ مثالاً على كلِّ نوعٍ من التواصلِ.

٥. قارنْ بين سلبيّاتٍ وإيجابيّاتِ العيشِ في مجموعةٍ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. كم من الزمنِ يستغرقُ طيرانُ نحلةٍ تطيرُ بسرعةِ 6 km/h للوصولِ إلى زهرةٍ على بعدِ 1.2 km/h من خليَّةِ النحلِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا في رأيكَ يعيشُ البشرُ معًا؟

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: اللغةُ ليسَت الطريقةَ الوحيدةَ للتواصلِ بين الناسِ. صفْ كيفَ نستعملُ الصوتَ واللمسَ والموادَّ الكيميائيَّةَ والبصرَ للتواصلِ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: الجنين، المُستهلِك، الفيرومون.

٢. استخدمِ المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدةٍ: السباتَ الشتويَّ، السباتَ الصيفيَّ، الإيقاعَ اليوميَّ.

وضِّحْ في كلِّ زوجٍ من المفرداتِ، اختلافَ معنيَيِ المفردتَيْن.

٣. السلوكُ الاجتماعيُّ والتواصلُ.

٤. السلوكُ الفطريُّ والسلوكُ المتعلِّمُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٥. أيٌّ من التالي ميزةٌ لكلِّ الحيواناتِ؟
- أ. تكاثرُها اللاجنسيُّ.
- ب. إنتاجُها لغذائِها بنفسِها.
- ج. لها عدَّةُ أجزاءٍ متخصِّصةٍ.
- د. عدمُ قدرتِها على التنقُّلِ.

٦. السلوكُ الفطريُّ:
- أ. يمكنُ أن يتغيَّرَ.
- ب. يجبُ أن يتمَّ تعلُّمُه من الآباءِ.
- ج. يبدأُ دائمًا منذُ الولادةِ.
- د. لا يعتمدُ على تعلُّمٍ أو تجربةٍ.

٧. الهجرةُ:
- أ. تحدثُ فقط لدى الطيورِ.
- ب. تساعدُ الحيواناتِ على تجنُّبِ البردِ ونقصِ الغذاءِ في الشتاءِ.
- ج. تشيرُ دائمًا إلى الانتقالِ جنوبًا في الشتاءِ.
- د. طريقةٌ للدفاعِ ضدَّ المُفترساتِ.

٨. تضبطُ الساعةُ الحيويَّةُ:
- أ. الإيقاعاتِ اليوميَّةَ.
- ب. السلوكَ الدفاعيَّ.
- ج. السلوكَ المتعلَّمَ.
- د. كونَ الحيوانِ مُستهلِكًا.

٩. عيشُ الحيواناتِ في مجموعاتٍ:
- أ. أكثرُ أمانًا على الدوامِ من عيشِها منفردةً.
- ب. يجذبُ انتباهَ المفترساتِ.
- ج. يمنعُها من قتلِ الفريسةِ الكبيرةِ.
- د. يقلِّلُ التنافسَ على الأزواجِ والطعامِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. ما المجالُ الحيويُّ؟ هاتِ مثالاً على مجالٍ حيويٍّ من بيئتِك.

١١. أيٌّ من المعالمِ يُساعدُكَ على الاهتداءِ إلى بيتِك من المدرسةِ؟

١٢. ما أنواعُ السلوكِ الخمسةِ التي قد تستخدمُها الحيواناتُ للبقاءِ؟

١٣. ما المشتركُ بينَ الهجرةِ والسباتِ الشتويِّ؟

١٤. صفِ الاختلافاتِ بينَ الفقاريّاتِ واللافقاريّاتِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٥. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: حيواناتٍ، سلوكَ بقاءٍ، هجرةً، سلوكًا دفاعيًّا، إيجادَ الغذاءِ، سلوكًا موسميًّا، تحديدَ المجالِ الحيويِّ، السباتَ الصيفيَّ، السباتَ الشتويَّ، أبوَّةً، مغازلةً.

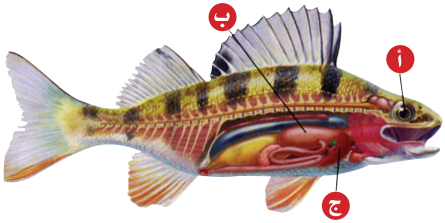
١٦. **تحليلُ العمليَّاتِ:** إذا رأيْتَ ظربانًا يرفعُ ذيلَهُ تجاهَكَ وأنتَ تركبُ درّاجةً، تستديرُ وتتَّخذُ مسارًا جديدًا. هل تواصلَ الظربانُ معكَ؟ أوضِحْ إجابتَكَ.

١٧. **استدلالٌ:** يعتمدُ النملُ على الفيرومونِ واللمسِ في التواصلِ، لكنَّ الطيورَ تعتمدُ أكثرَ على النظرِ والصوتِ. لماذا يكونُ لدى نوعَيِ الحيواناتِ هذَيْنِ أشكالٌ مختلفةٌ للتواصلِ؟

١٨. **تحليلُ الأفكارِ:** لدى الناسِ ساعاتٌ حيويَّةٌ داخليَّةٌ. لكنَّهم تعوّدوا متابعةَ الوقتِ باستخدامِ الساعاتِ والتقويمِ الزمنيِّ. لماذا تعتقدُ أنَّ الناسَ يستخدمونَ هذه الأدواتِ، إذا كانَ لديهم ساعاتٌ داخليَّةٌ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

تبيِّنُ الصورةُ الظاهرةُ أدناهُ بعضَ الأعضاءِ الداخليَّةِ لسمكةٍ. استخدمْها للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ.



١٩. ما الميزاتُ التي تدلُّ على أنّ هذا الكائنَ الحيَّ حيوانٌ؟

٢٠. ما العلاماتُ التي تشيرُ إلى أعضاءِ الحيوانِ؟ سمِّ أعضاءً يمكنُكَ أنْ تتعرَّفَها.

٢١. هل تشيرُ أيُّ علاماتٍ إلى أنسجةِ الحيوانِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٢٢. هل هذا الحيوانُ من الفقاريّاتِ أم من اللافقاريّاتِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

الفصل ٥

الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحفُ

الفكرةُ الرئيسةُ

الحيواناتُ، كالأسماكِ والبرمائيّاتِ والزواحفِ فقاريّاتٌ لأنّها تمتلكُ عمودًا فقريًّا.

القسم

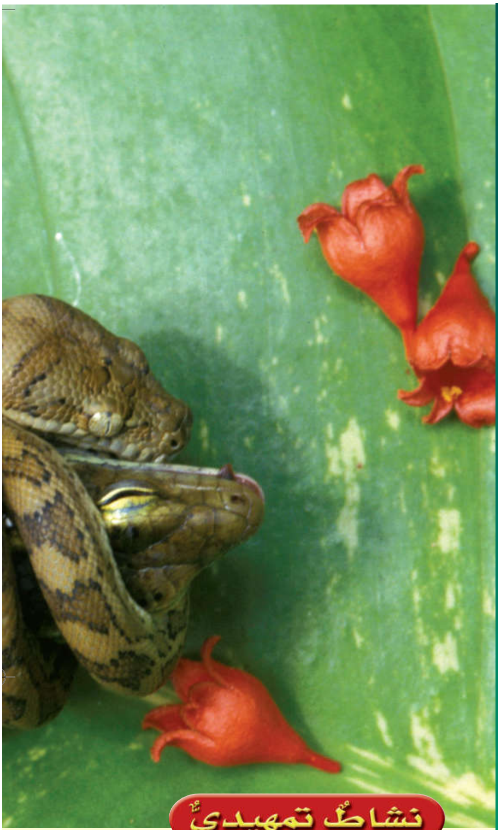
① الأسماكُ: الفقاريّاتُ الأولى ٨٠

② البرمائيّاتُ ٨٨

③ الزواحفُ ٩٢

حولَ الصورةِ

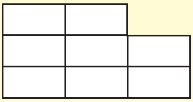
هذا التمساحُ غيرُ المحظوظِ لا بدَّ أنه كانَ ندًّا للأفعى. لكنَّ قوّةَ جسمِ الأفعى تغلّبتْ بطريقةٍ ما على فكَّيِ التمساحِ العضليَّيْن. لكلٍّ من هذينِ الحيوانَيْن سماتٌ فريدةٌ تجعلُ منه حيوانًا مفترسًا قويًّا. غير أن هذه الحيواناتِ لها، كزواحفَ، الكثيرُ من السماتِ المشتركةِ. مثلاً: كلٌّ من هذَيْن الحيوانَيْن مغطًّى بجلدٍ سميكٍ، ولديه رئتانِ يستخدمُهما للتنفُّسِ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولُ مقارنة قبلَ أنْ تبدأ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ جدولِ المقارنةِ. وعنون الأعمدةَ بـ: «أسماك»، «برمائيّات»، «زواحف». عنون الصفَّيْن بـ «ميزات» و«أصناف». واملأ الجدولَ، وأنت تقرأُ الفصلَ، بتفاصيلَ تبيِّنُ ميزاتِ كلِّ حيوانٍ وأنواعَه.



نشاطٌ استهلاليٌّ

زيتٌ وماءٌ

يخزنُ القرشُ الكثيرَ من الزيتِ في كَبِدِه. في هذا النشاطِ، تصنعُ نموذجَ كَبِدٍ زيتيٍّ، لترى كيف يمكنُ لكَبِدٍ زيتيٍّ أن يساعدَ على سباحةِ القرشِ في أعماقٍ مختلفةٍ.

الخطوات

١. استخدمْ **وعاءَيْن** لقياسِ كمِّيّاتٍ متساويةٍ من **الماءِ وزيتِ الطبخ**.

٢. استخدمْ **قمعًا** لمَلْءِ **بالونٍ** بالماءِ الذي قِسْتَه.

٣. استخدمِ القمعَ لملءِ **بالونٍ ثانٍ** بزيتِ الطَّبْخِ.

٤. اربطِ البالونَيْنِ بحيثُ لا يبقى فيهما هواء. كنْ حَذِرًا، وتجنَّبْ أن تضغطَ الزيتَ أو الماءَ لئلاّ ينسكبا من البالونَيْنِ أثناءَ ربطِهما.

٥. ضعْ كلَّ بالونٍ في **حوضِ أسماكٍ** مليءٍ **بالماء**. لاحظْ ما يحدُثُ لكلٍّ من البالونَيْن.

التحليل

١. قارنْ بين مُوقَعيِ البالونَيْن في حوضِ الماءِ.

٢. كيف يساعدُ القرشَ كبدُهُ الزيتيُّ على تجنُّبِ الغرقِ؟

٣. لماذا، في رأيِك، يجبُ إزالةُ الهواءِ من البالوناتِ قبل وضعِها في الماءِ؟ ماذا يحدُثُ إذا لم يُزَلِ الهواءُ من البالوناتِ؟

القسمُ
١

الأسماكُ: الفقاريّاتُ الأولى

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يعدِّدُ أجزاءَ الجسمِ الأربعةَ المشتركةَ للحبليّاتِ.
- يصفُ الميزاتِ الرئيسةَ للفقاريّاتِ.
- يوضِّحُ الفروقَ بين ذواتِ الدمِ الحارِّ وذواتِ الدمِ البارِدِ.
- يصفُ الميزاتِ الأربعَ المشتركةَ بين الأسماكِ.
- يصفُ الطوائفَ الثلاثَ للأسماكِ، ويذكرُ مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الفقاريّ
الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ
الحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ
الخطُّ الجانبيُّ
الخيشومُ
المثانةُ الهوائيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: ارسمْ، وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، خريطةَ مفاهيمَ باستخدامِ المفرداتِ الواردةِ أعلاه.

لعلَّكَ رأيتَ هيكلاً عظميًّا لديناصور في متحفٍ. ويرجَّحُ أنَّكَ رأيتَ الكثيرَ من الأسماكِ. هل سبقَ أن فكّرتَ في شيءٍ مشترَكٍ بينكَ وبين هذه الحيواناتِ، أو في شيءٍ مشترَكٍ فيما بينها؟

للهياكلِ العظميَّةِ في الإنسانِ والأسماكِ، الكثيرُ من العظامِ الشبيهةِ بعظامِ الديناصور. عظامُ بعضِ الديناصوراتِ تتميَّزُ بأنَّها أكبرُ ليسَ إلاّ. هذه الهياكلُ العظميَّةُ جميعُها لها أعمدةٌ فقريَّةٌ. الحيواناتُ التي لها أعمدةٌ فقريّةٌ تُسمّى **الفقاريّات** Vertebrates.

الحَبْليّاتُ

تنتمي الفقاريّاتُ إلى شُعبةِ الحبليّاتِ. تشكِّلُ الفقاريّاتُ المجموعةَ الكبرى بين الحبليّاتِ. وهناك مجموعتانِ أُخريانِ من الحبليّاتِ هما: الرأسُ حبليّاتٍ، والذيلُ حبليّاتٍ. هذه الحبليّاتُ أبسطُ بكثيرٍ من الفقاريّاتِ. إذ ليسَ لديها عمودٌ فقريٌّ. يظهرُ **الشكلُ ١** مثالاً على كلِّ طائفةٍ من الحبليّاتِ.

تشتركُ المجموعاتُ الثلاثُ من الحبليّاتِ في بعضِ الخصائصِ. جميعُ الحبليّاتِ يكونُ لها جزءٌ واحدٌ أو أكثرُ من أربعةِ أجزاءٍ جسميَّةٍ معيَّنةٍ في وقتٍ ما من حياتِها. هذه الأجزاءُ ظاهرةٌ في السهيمِ الظاهرِ في **الشكلِ ٢** على الصفحةِ التاليةِ.

الفقاريّات: حيواناتٌ لها عمودٌ فقريٌّ.

الشكل ١ الأسيديا (يسارًا) ذيلُ حبليّاتٍ. السهيمُ (أسفلَ اليسار)، من رأسِ حبليّاتٍ، والسمكةُ (يمينًا)، فقاريّاتٍ.

الشكل ٢ أجزاءُ جسمِ الحيوانِ الحبليِّ

الذيل

لدى الحبليّاتِ ذيلٌ يبدأُ خلفَ الشرجِ. ولدى بعضِها ذيلٌ يوجدُ في مرحلةِ الجنينِ فقط.

الحبلُ الظهريُّ

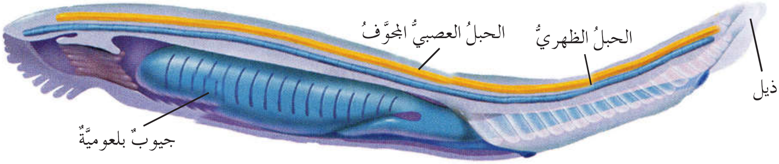
قضيبٌ صُلْبٌ لكنْ مرنٌ يُسمّى الحبلَ الظهريَّ، وهو يدعَمُ الجسمَ. وعند أكثرِ الفقاريّاتِ، يحلُّ محلَّ الحبلِ الظهريِّ الجنينيِّ عمودٌ فقريٌّ.

الحبلُ العصبيُّ المجوَّفُ

حبلٌ عصبيٌّ مجوَّفٌ يمتدُّ بطولِ الظهرِ وهو مليءٌ بالسائلِ. عند الفقاريّاتِ، يُسمّى هذا الحبلُ العصبيُّ الحبلَ الشوكيَّ.

الجيوبُ البلعوميَّةُ

لدى كلِّ أجنّةِ الحبليّاتِ جيوبٌ بلعوميَّةٌ. تتطوَّرُ هذه الجيوبُ إلى خياشيمَ أو إلى أجزاءٍ أخرى من الجسمِ أثناءَ نُضْجِ الجنينِ.



خصائصُ الفقاريّاتِ

الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحفُ والطيورُ والثدييّاتُ، كلُّها فقاريّاتٌ. ما يميِّزُ الفقاريّاتِ من الرأسِ حبليّاتٍ والذيلِ حبليّاتٍ هو أن الفقاريّاتِ وحدَها لها عمودٌ فقريٌّ. العمودُ الفقريُّ عمودٌ قويٌّ لكنْ مَرِنٌ، مكوَّنٌ من عظامٍ تُسمّى **الفقرات**. يُظهِرُ **الشكلُ ٣** فقراتِ إنسانٍ. تحيطُ الفقراتُ بالحبلِ الشوكيِّ وتحميه. وتساعدُ أيضًا على دعمِ بقيَّةِ الجسمِ.

الاختلافُ الآخرُ بينَ الفقاريّاتِ والحبليّاتِ الأخرى هو الرأسُ. لدى الفقاريّاتِ رأسٌ جيِّدُ التطوُّرِ تحميهِ جمجمةٌ. تتكوَّنُ الجمجمةُ من غُضْروفٍ أو عظمٍ. **الغُضْروفُ** مادَّةٌ متماسكةٌ تشكِّلُ الأجزاءَ المرنةَ من آذانِنا وأنوفِنا. وتتكوَّنُ هياكلُ جميعِ أجنَّةِ الفقاريّاتِ من الغضروفِ. لكنْ أثناءَ النموِّ، يحلُّ العظمُ محلَّ الغضروفِ، عندَ أكثرِ الفقاريّاتِ. العظمُ أصلبُ بكثيرٍ من الغضروفِ.

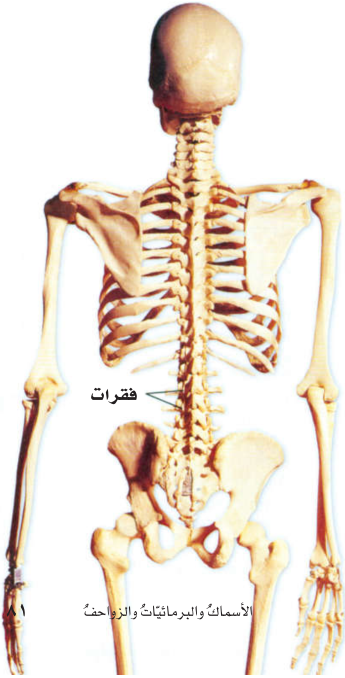
هل درجةُ حرارةِ أجسامِ الفقاريّاتِ ثابتةٌ أم متغيِّرةٌ؟

تحتاجُ كلُّ الفقاريّاتِ إلى العيشِ عندَ درجةِ حرارةٍ مناسبةٍ. تعملُ خلايا الحيوانِ بشكلٍ جيِّدٍ فقط عندَ درجاتِ حرارةٍ معيَّنةٍ. إذا كانتْ درجةُ حرارةِ جسمِ الحيوانِ مرتفعةً جدًّا أو منخفضةً جدًّا، لا يستطيعُ جسمُهُ العملَ بشكلٍ فعّالٍ. تحافظُ بعضُ الحيواناتِ على درجةِ حرارةِ أجسامِها ثابتةً. وتعتمدُ حيواناتٌ أخرى على البيئةِ لضبطِ درجةِ حرارتِها.

تحقَّقْ

ما المادّةُ التي تكوِّنُ هيكلَ جنينِ الإنسانِ؟

الشكل ٣ الفقراتُ تتشابكُ لتكوِّنَ العمودَ الفقريَّ.



الشكل ٤ أكثرُ الأسماكِ، بما فيها تِنِّينُ البحرِ الورقيُّ هذا، من ذواتِ الدمِ البارِدِ.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ

لا تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ أجسامِ الطيورِ والثدييّاتِ كثيرًا مع تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ في البيئةِ. تَستخدِمُ الطيورُ والثدييّاتُ طاقةً تنتجُها تفاعلاتٌ كيميائيَّةٌ في خلاياها لتحافظَ على درجةِ حرارةِ أجسامِها ثابتةً. الحيواناتُ التي لديها درجةُ حرارةِ الجسمِ مستقرَّةٌ تُسمَّى **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ الحارِّ** Endotherms. وبسببِ درجةِ حرارتِها المستقرَّةِ، يمكنُ أن تبقى درجةُ حرارةِ جسمِها ثابتةً بغضِّ النظرِ عن درجةِ حرارةِ الوسطِ الذي تعيشُ فيه.

ذواتُ الدمِ البارِدِ

تعتمدُ بعضُ الحيواناتِ على بيئتِها المحيطةِ بها لتحافظَ على دفئِها. تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ أجسامِها مع تغيُّرِ درجةِ حرارةِ البيئةِ. والحيواناتُ، التي لا تتحكَّمُ في درجةِ حرارةِ الجسمِ بواسطةِ نشاطٍ في خلاياها، تُسمَّى **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ البارِدِ** Ectotherms. ومنها، البرمائيّاتُ والزواحفُ جميعُها وأكثرُ الأسماكِ، كهذه الظاهرةِ في **الشكلِ ٤**.

خصائصُ الأسماكِ

للأسماكِ كثيرٌ من الأشكالِ والحجومِ والألوانِ. يوجدُ أكثرُ من ٢٥ ٠٠٠ نوعٍ من الأسماكِ. ويبدو الكثيرُ منها مختلفًا جدًّا بعضُهُ عن بعضٍ. لكنَّ الأسماكَ كلَّها تتشاركُ في عدَّةِ ميزاتٍ. تسمحُ بعضُ الخصائصِ للأسماكِ بالعيشِ في الماءِ. وتساعدُ خصائصُ أُخرى، كالجسمِ القويِّ والدماغِ، الأسماكَ على إيجادِ الغذاءِ.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ: حيواناتٌ يمكنُها أن تستخدمَ الحرارةَ الناتجةَ من تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ في خلايا جسمِها للمحافظةِ على درجةِ حرارةِ جسمٍ ثابتةٍ.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ: حيواناتٌ تحتاجُ إلى مصادرِ حرارةٍ من خارجِ جسمِها.

مختبرٌ سريعٌ

درجةُ حرارةِ الجسمِ

١. استخدِمْ **مقياسَ حرارةٍ** لقياسِ درجةِ حرارتِكَ كلَّ ساعةٍ لمدَّةِ ٦ ساعاتٍ.

٢. أنشئْ رسمًا بيانيًّا لدرجةِ حرارةِ جسمِكَ. سجِّلِ الوقتَ على المحورِ x ودرجةَ حرارتِكَ على المحورِ y.

٣. هل تتغيَّرُ درجةُ حرارتِكَ خلالَ اليومِ؟ ما مقدارُ تغيُّرِها؟

٤. هل تعتقدُ أنَّ التمرينَ الرياضيَّ يغيِّرُ درجةَ حرارةِ جسمِكَ؟

٥. في رأيِكَ هل، ستختلفُ نتائجُكَ لو كنتَ من ذواتِ الدمِ البارِدِ؟

تحقَّقْ

كيفَ تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ الجسمِ عندَ أكثرِ الأسماكِ، إذا ارتفعَتْ درجةُ حرارةِ البيئةِ؟

السباحة

لدى الأسماكِ في أجسامِها عِدَّةُ أجزاءٍ تساعدُها على السباحةِ. تتيحُ العضلاتُ القويَّةُ المرتبطةُ بالعمودِ الفقريِّ لكثيرٍ من الأسماكِ السباحةَ بسرعةٍ خلفَ فريستِها. وتستخدِمُ الأسماكُ **الزعانف**، للتوجُّهِ والتوقُّفِ والتوازنِ. وهي تراكيبُ تساعدُ الأسماكَ على التحرُّكِ. ولدى الكثيرِ من الأسماكِ أجسامٌ مغطاةٌ بتراكيبَ عظميَّةٍ تُسمّى **القشور**. تحمي القشورُ الجسمَ، وتخفِّفُ الاحتكاكَ عندما تسبحُ الأسماكُ عبرَ المياهِ. يُظهِرُ **الشكل ٥** أجزاءً من جسمِ السمكةِ.

الإحساسُ بالبيئةِ

للسمكةِ دماغٌ يتابعُ المعلوماتِ التي تأتيها من أعضاءِ الحسِّ. والأسماكُ جميعُها تتمتعُ بحواسِّ النظرِ والسمعِ والشمِّ. ولدى أكثرِ الأسماكِ أيضًا جهازُ الخطِّ الجانبيِّ. **الخطُّ الجانبيُّ** Lateral line صفٌّ أو صفوفٌ من أعضاءِ الحسِّ الصغيرةِ جدًّا التي تكتشفُ اهتزازاتِ الماءِ، كالاهتزازاتِ التي تسبِّبُها سمكةٌ أخرى تسبحُ في الجوارِ. توجدُ هذه الأعضاءُ على طولِ جانبَيِ الجسمِ، وتمتدُّ عادةً حتّى الرأسِ.

التنفُّسُ تحتَ الماءِ

تستخدمُ الأسماكُ خياشيمَها للتنفُّسِ. **الخَيْشومُ** Gill عضوٌ يأخذُ الأكسجينَ من الماءِ. يمرُّ الأكسجينُ الذائبُ في الماءِ عبرَ الغشاءِ الرقيقِ للخياشيمِ إلى الدمِ. يحملُ الدمُ الأكسجينَ وينتقلُ به في أنحاءِ الجسمِ. تُستخدَمُ الخياشيمُ أيضًا لإزالةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ.

رابطُ فيزياء

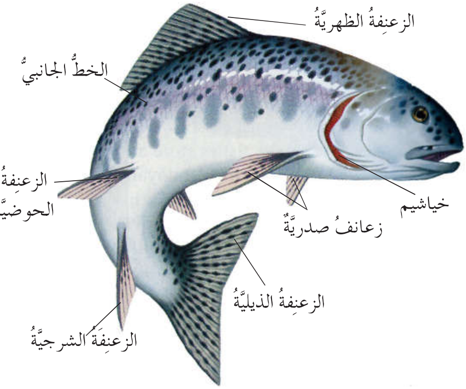
كيف ترى السمكةُ العالمَ؟

يجبُ أن تحرِّكَ عدسةً مكبِّرةً ذهابًا وإيابًا لتركيزِ صورةِ أيِّ جسمٍ. بالطريقةِ نفسِها تركِّزُ عيونُ السمكِ على الأجسامِ.

تستخدِمُ الأسماكُ عضلاتٍ لتغييرِ مواقعِ العدساتِ في عيونِها. بتحريكِ عدساتِ العينينِ، يستطيعُ السمكُ أن يركِّزَ على الأجسامِ. لكي تفهمَ كيف يرى السمكُ العالمَ، استخدمِ العدسَةَ المكبِّرةَ للنظرِ إلى الأجسامِ في قاعةِ الصفِّ.

الخطُّ الجانبيُّ: خطٌّ ضعيفٌ مرئيٌّ على كلا جانبَيْ جسمِ السمكةِ، يمتدُّ على طولِ الجسمِ ويدلُّ على مواقعِ أعضاءٍ حسّيّةٍ تكتشفُ الاهتزازاتِ في الماءِ.

الخَيْشوم: عضوٌ تنفُّسيٌّ تحصلُ فيه مبادلةُ أكسجينٍ من الماءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ.



الشكل ٥ للأسماكِ كثيرٌ من الأشكالِ والحجومِ، لكنَّ جميعَ الأسماكِ ذاتُ خياشيمَ وزعانفَ وذيلٍ.

التكاثر

أكثرُ الأسماكِ تتكاثرُ **بالإخصابِ الخارجيِّ**. تَضَعُ الأنثى بيضًا غيرَ مخصَّبٍ في الماءِ، ويُسقِطُ الذكَرُ عليها خلاياهُ الذكريَّةَ. لكنَّ بعضَ أنواعِ السمكِ تستخدِمُ **الإخصابَ الداخليَّ**. في هذه الحالةِ، يَضَعُ الذكرُ خلاياهُ الذكريَّةَ داخلَ الأنثى. ثم تَضَعُ الأنثى بيضًا في داخلِه أجنَّةٌ. وفي بعضِ الأنواعِ، يتطوَّرُ الجنينُ داخلَ جسمِ السمكةِ الأنثى.

أنواعُ الأسماكِ

تُقسمُ الأسماكُ الموجودةُ حاليًّا إلى ثلاثِ طوائفَ، هي: **الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ**، و**الأسماكُ الغضروفيَّةُ**، و**الأسماكُ العظميَّةُ**.

الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ

أنواعُ الأسماكِ عديمةِ الفكوكِ الحديثةِ هي الجرّيفُ والجلكي الظاهرانِ في **الشكلِ ٦**. لدى هذه الأسماكِ فمٌ مستديرٌ عديمُ الفكوكِ. ويتكوَّنُ هيكلُها من الغضروفِ، ولديها حبلٌ ظهريٌّ، ولكن ليسَ لها عمودٌ فقريٌّ.

تحقَّقْ

صِفْ كيفَ تأكلُ الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ؟

الشكل ٦ الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ

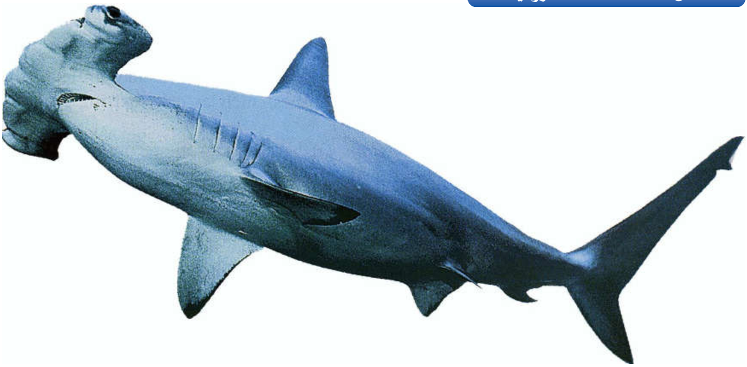
يمكنُ أن تعيشُ أسماكُ **الجلكي** في الماءِ المالحِ أو الماءِ العذبِ، لكنَّها تتكاثرُ في الماءِ العذبِ.

يمكنُ أن تربطَ أسماكُ **الجرّيفِ** أجسامَها المرنةَ في عقدٍ. فتمرِّرُ العقدةَ من ذيلِها إلى رأسِها لإزالةِ المخاطِ من جلدِها، أو للهروبِ من المفترساتِ.

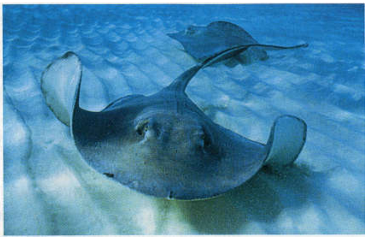
الأسماكُ الغضروفيَّةُ

هل كنْتَ تعلمُ بأنَّ القرشَ سمكةٌ؟ تنتمي أسماكُ القرشِ إلى طائفةٍ من الأسماكِ تُسمّى الأسماكَ الغضروفيَّةَ. في أكثرِ الفقاريّاتِ، يحلُّ العظمُ ببطءٍ محلَّ الغضروفِ الناعمِ في الجنينِ. لكنْ في أسماكِ القرشِ والورنكِ والشفنينِ، لا يتغيَّرُ الهيكلُ من غضروفٍ إلى عظمٍ أبدًا. لذلكَ تسمّى أسماكًا غضروفيَّةً. يُظهرُ **الشكلُ ٧** بعضَ الأسماكِ الغضروفيَّةِ.

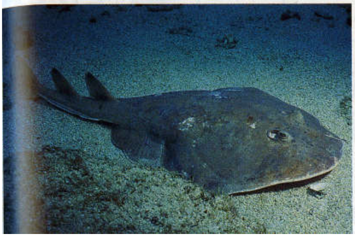
الشكل ٧ الأسماكُ الغضروفيَّةُ



▲ أسماكُ القرشِ **كقرشِ أبي مطرقةٍ** هذا، نادرًا ما تفترسُ الإنسانَ، بل تأكلُ عادةً أسماكًا أخرى.



▲ تلدُ **أسماكُ الشفنينِ** صغارَها حيَّةً. تستخدمُ زعانفَها للسباحةِ. وتتغذّى على كائناتٍ حيَّةٍ، مثل السرطانِ والديدانِ من قاعِ البحرِ.



▲ تضعُ **أسماكُ الورنكِ** البيضَ. تُحرِّكُ هذه الأسماكُ زعانفَها إلى الأعلى وإلى الأسفلِ للسباحةِ.

الأسماكُ العظميَّةُ

السَّمَكُ الذهبيُّ وسَمَكُ التونا والقدُّ، كلُّها أسماكٌ عظميَّةٌ. هذه الطائفةُ من الأسماكِ هي الكبرى. ذلك أن ٩٥٪ من الأسماكِ، هي أسماكٌ عظميَّةٌ. تَظهَرُ بعضُ الأسماكِ العظميَّةِ في **الشكلِ ٨**.

تستطيعُ الأسماكُ العظميَّةُ، على خلافِ الأسماكِ الأخرى، أن تتوقَّفَ في مكانٍ واحدٍ دونَ سباحةٍ، لأنّ لها مثانةً هوائيَّةً تَمنعُها من الغرق. **المثانةُ الهوائيَّةُ** **Swim bladder** عضوٌ كالبالونِ مملوءٌ بالأكسجينِ والغازاتِ الأخرى. هذه الغازاتُ أخفُّ من الماءِ، مما يساعدُ السمكَ على أن يطفوَ بسهولةٍ. وتُسمّى المثانةُ الهوائيَّةُ أحيانًا المثانةَ الغازيَّةَ.

المَثانةُ الهوائيَّةُ: كيسٌ مملوءٌ بالغازِ يستخدَمُ للتحكُّمِ في الطفوِ. وتُسمّى أيضًا المثانةَ الغازيَّةَ.

تحقَّقْ

ما الفرقُ بين الأسماكِ الغضروفيَّةِ والأسماكِ العظميَّةِ؟

وقْفَةٌ مع الرياضيّات

كثيرٌ من العظام

إذا كانَ عددُ أنواعِ الأسماكِ ٣٠٠٠٠ نوعٍ، وإذا كانَ ٩٥٪ من الأسماكِ أسماكًا عظميَّةً، فكم يكونُ عددُ أنواعِ الأسماكِ العظميَّةِ؟

الشكل ٨ الأسماكُ العظميَّةُ

تعيشُ **الأسماكُ الرئويَّةُ** في المياهِ الضحلةِ التي غالبًا ما تجفُّ في الصيفِ.

تعيشُ **السمكةُ الفراشةُ المقنَّعةُ** في المياهِ الدافئةِ حولَ الشُّعَبِ المرجانيَّةِ.

سمكةُ الكراكي سريعةٌ ومفترسةٌ، تتحرَّكُ في اندفاعاتٍ سريعةٍ لتصطادَ الأسماكَ الأخرى واللافقاريّاتِ.

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- تشملُ الحَبْليّاتُ الرأسَ حبليّاتٍ والذيلَ حبليّاتٍ والفقاريّاتِ. يكونُ للحبليّاتِ في وقتٍ ما من نموِّها وتشكُّلِها، حبلٌ ظهريٌّ وحبلٌ عصبيٌّ مجوَّفٌ وجيوبٌ بلعوميَّةٌ وذيلٌ.
- أكثرُ الحبليّاتِ فَقاريّاتٌ. تتميَّزُ الفقاريّاتُ من الحبليّاتِ الأخرى بأنَّ لديها عمودًا فقريًّا مكوَّنًا من فقراتٍ.
- تتحكّمُ الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ في درجةِ حرارةِ الجسمِ بواسطةِ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ في خلاياها. ولا تستطيعُ ذواتُ الدمِ البارِدِ ذلك.
- تشتركُ الأسماكُ في كثيرٍ من الخصائصِ. معظمُها ذاتُ زعانفَ وقشورٍ تساعدُها على السباحةِ. أسماكٌ كثيرةٌ لها جهازُ خطٍّ جانبيٍّ يجعلُها تحسُّ بحركةِ الماءِ. تتنفَّسُ الأسماكُ بواسطةِ الخياشيمِ.
- هناكَ ثلاثُ مجموعاتٍ من الأسماكِ، هي: الأسماكُ عديمةُ الفَكوكِ والأسماكُ الغضروفيَّةُ، والأسماكُ العظميَّةُ. ليسَ للأسماكِ عديمةِ الفكوكِ عمودٌ فَقريٌّ. الأسماكُ الغضروفيَّةُ لها هيكلٌ مكوَّنٌ من غضروفٍ. الأسماكُ العظميَّةُ لها مثانةٌ هوائيَّةٌ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الفقاري**، **جهازُ الخطِّ الجانبي**، **الخَيْشُوم**، **المثانةِ الهوائيَّة**.

٢. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ الحارِّ**، و**الحيواناتِ ذواتِ الدمِ البارِدِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. لجميعِ الحَبْليّاتِ في وقتٍ معيَّنٍ من حياتِها، كلُّ التالي **باستثناءِ**:

أ. ذيل.
ب. حبلٍ ظُهريٍّ.
ج. حبلٍ عصبيٍّ مجوَّفٍ.
د. عمودٍ فقريٍّ.

٤. أيُّ الفقاريّاتِ من ذواتِ الدمِ البارِدِ؟

٥. ما الميزاتُ الأربعُ المشتركةُ بين أكثرِ الأسماكِ؟

٦. ما الطوائفُ الثلاثُ من الأسماكِ؟ هاتِ مثالاً على كلٍّ منها.

٧. أكثرُ الأسماكِ العظميَّةِ تتكاثرُ بالإخصابِ الخارجيِّ. ماذا يعني ذلك؟

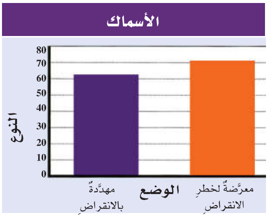
تفكيرٌ ناقد

٨. **تحليلُ العلاقاتِ**: صِفِ الطريقةَ التي تُبقي الأسماكَ العظميَّةَ طافيةً.

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أيُّ تأثيرٍ يمكنُ أن يخلِّفَهُ نقلُ حوضِ سمكٍ من أمامِ نافذةٍ باردةٍ إلى جزءٍ أدفأَ في حياةِ السمكةِ التي تعيشُ فيه؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

استخدمِ الشكلَ التخطيطيَّ للإجابةِ عن السؤالَيْنِ اللذيْنِ يليانِه.



١٠. ما عددُ أنواعِ السمكِ المهدَّدةِ بالانقراضِ؟ ما عددُ الأنواعِ المعرَّضةِ لخطرِ الانقراضِ؟

١١. ما العددُ الكليُّ لأنواعِ السمكِ المهدَّدةِ والمعرَّضةِ للخطرِ؟

القسمُ
٢

مؤشِّراتُ الأداء

- يوضِّحُ كيف تتنفَّسُ البرمائيّات.
- يصفُ التحوُّلَ في البرمائيّات.
- يصفُ المجموعاتِ الثلاثَ للبرمائيّات، ويذكرُ مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيم

الرئة
أبو ذنيبة

استراتيجيَّةُ القراءة

منظِّمُ القراءةِ: وأنت تقرأُ هذا القسمَ، ضَعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ مستخدمًا عناويِنَه.

البرمائيّات

هل عرفْتَ أنَّ بعضَ الحيواناتِ قادرةٌ على التنفُّسِ من خلالَ جلدِها؟ هل تعيشُ هذه الحيواناتُ على اليابسةِ أم في الماءِ؟ إنها، في الحقيقةِ، تعيشُ على اليابسةِ وفي الماءِ.

بيئةُ البرمائيّات

البرمائيّاتُ حيواناتٌ يمكنُها أن تعيشَ في الماءِ وهي ذاتُ رئتينِ وأرجلٍ. **الرئةُ** Lung عضوٌ شبهُ كيسيٍّ يأخذُ الأكسجينَ من الهواءِ ويوصلُه إلى الدم. تضمُّ البرمائيّاتُ الضفدعَ والسلمندرَ، المبيَّنَيْن في **الشكل ١**. يمكنُ للبرمائيّاتِ أن تبقى على اليابسةِ لفتراتٍ متفاوتةٍ. لكنْ لا بدَّ لها من أنْ تعودَ إلى الماءِ لتجنُّبِ الجفافِ، ولمنعِ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ أجسامِها، أو لمنعِ التسخينِ الزائدِ. وتعودُ أيضًا إلى الماءِ للتزاوجِ ووضعِ البيوض.

خصائصُ البرمائيّاتِ

تعيشُ أكثرُ البرمائيّاتِ جزءًا من حياتِها في الماءِ، وجزءًا آخرَ على اليابسة. ليسَ لبيضِ البرمائيّاتِ قشرةٌ أو غشاءٌ يمنعُ فقدَ الماءِ. لهذا السببِ، يجبُ أنْ يتطوَّرَ الجنينُ في بيئةٍ مائيَّةٍ. تعيشُ أكثرُ البرمائيّاتِ في الماءِ بعد التفقيسِ، وتتطوَّرُ لاحقًا إلى يافعاتٍ يمكنُها أنْ تعيشَ على اليابسةِ.

لكنْ حتى البرمائيّاتُ اليافعةُ تتكيَّفُ مع الحياةِ على اليابسةِ تكيُّفًا جزئيًّا فقط. البرمائيّاتُ من ذواتِ الدمِ الحارِّ. معنى ذلك أن درجةَ حرارةِ جسمِها تعتمدُ على درجةِ حرارةِ بيئتِها. والماءُ يساعدُ البرمائيّاتِ على إبقاءِ أجسامِها ضِمْنَ درجةِ حرارةٍ مستقرَّةٍ. يجنِّبُ الماءُ أيضًا الضفدعَ فقدَ الرطوبةِ أكثرَ من اللازمِ عبرَ جلدِها.

الرئةُ: عضوٌ تنفُّسيٌّ تتمُّ فيه مبادلةُ أكسجينِ الهواءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ الآتي من الدم.

تحقَّقْ
كيف تحصُلُ البرمائيّاتُ على الأكسجينِ من الهواءِ؟

الشكل ١ الضفدعُ والسلمندرُ نوعانِ من البرمائيّات.

الجلدُ الرقيقُ

جلدُ البرمائيّاتِ رقيقٌ وناعمٌ ورطْبٌ. إنَّهُ رقيقٌ جدًّا بحيث يسمحُ للبرمائيّاتِ بأنْ تمتصَّ عبرَهُ الماءَ بدلاً من الشربِ. لكنَّ البرمائيّاتِ يمكنُ أيضًا أن تفقدَ الماءَ عبرَ جلدِها الرقيقِ وتتعرَّضَ للجفافِ بسهولةٍ. الجلدُ الرقيقُ هو أحدُ أسبابِ عيشِ أكثرِ البرمائيّاتِ في الماءِ، أو في البيئاتِ الرطبةِ.

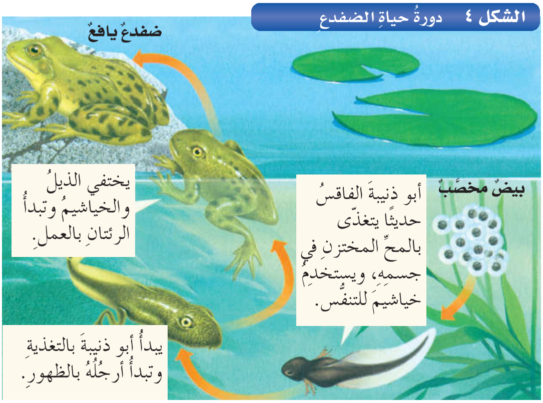
يمكنُ أن تتنفَّسَ البرمائيّاتُ بإدخالِ الهواءِ إلى رئتَيْها. لكنَّ الكثيرَ منها يحصلُ على الأكسجينِ أيضًا من خلالِ جلدِهِ المملوءِ بالأوعيةِ الدمويَّةِ. هناك، في الحقيقةِ، بضعةٌ من البرمائيّاتِ، كالسلمندرِ الظاهرِ في **الشكل ٢**، لا تتنفَّسُ إلا عبرَ جلدِها.

لدى كثيرٍ من البرمائيّاتِ أيضًا ألوانٌ زاهيةٌ. غالبًا ما تحذِّرُ هذه الألوانُ المفترساتِ من أنّ الجلدَ يحتوي على غُددٍ فيها سمٌّ. هذه السمومُ قد تكونُ، ببساطةٍ، مزعجةً، أو قاتلةً. يحتوي جلدُ ضفدعِ السهمِ السامِّ، الظاهرِ في **الشكل ٣**، على واحدٍ من أكثرِ السمومِ المعروفةِ فتكًا.

دورةُ حياةِ الضفدعِ

لا تكبرُ أكثرُ البرمائيّاتِ حجمًا فحسبُ أثناءَ تطوُّرِها لتبلغَ طورَ البلوغِ، بل تتغيَّرُ في الشكلِ وهي تنمو. بعد أنْ يفقسَ البيضُ، يصبحُ جنينُ الضفدعِ أبا ذُنَيبة. **أبو ذنيبة** Tadpole ضفدعٌ غيرُ ناضجٍ يلزمُهُ أن يعيشَ في الماءِ. وهو يحصُلُ على الأكسجينِ عبر الخياشيمِ، ويستخدمُ ذيلَهُ الطويلَ للسباحةِ. لاحقًا، يفقدُ أبو ذُنَيْبَةَ خياشيمَهُ، وتظهرُ تراكيبُ كالرئتينِ والأطرافِ، تسمحُ له بالعيشِ على اليابسةِ. هذا التغيُّرُ من شكلٍ غيرِ ناضجٍ إلى شكلٍ بالغٍ يُسمّى **التحوُّلَ**. يظهرُ التحوُّلُ في **الشكل ٤**. أكثرُ البرمائيّاتِ اليافعةِ يمكنُها أنْ تعيشَ على الأرضِ. لكنَّها تبقى في حاجةٍ إلى إبقاءِ جلدِها رَطْبًا.

الشكل ٤ دورةُ حياةِ الضفدعِ


ضفدعٌ يافعٌ
بيضٌ مخصَّبٌ
أبو ذنيبة الفاقسُ حديثًا يتغذّى بالمحِّ المختزنِ في جسمِه، ويستخدمُ خياشيمَ للتنفُّسِ.
يبدأُ أبو ذنيبة بالتغذيةِ وتبدأُ أرجُلُهُ بالظهورِ.
يختفي الذيلُ والخياشيمُ وتبدأُ الرئتانِ بالعملِ.

الشكل ٢ ليسَ لدى السلمندرِ الرباعيِّ الأصابعِ رئتانِ. فهو يحصلُ على كلِّ الأكسجينِ الذي يحتاجُ إليه عبرَ جلدِه.

الشكل ٣ جلدُ ضفدعِ السهمِ السامِّ هذا مملوءٌ بغُددِ السمِّ. يدلكُ الصيّادونَ رؤوسَ سهامِهم بالسمِّ القاتلِ.

أبو ذنيبة: ضفدعٌ غيرُ ناضجٍ يعيشُ في الماءِ ويحصلُ على الأكسجينِ بالخياشيمِ.

وتتطوَّرُ بضعةُ برمائيّاتٍ بطرقٍ أخرى. بعضُ البرمائيّاتِ لا تمرُّ بالتحوُّلِ الكاملِ، بل تفقسُ كنسخٍ صغيرةٍ جدًّا عن برمائيّاتٍ بالغةٍ، لكنَّ لديها خياشيمَ. ويتطوَّرُ بعضُها على اليابسةِ في أماكنَ رطبةٍ. مثلاً: تضعُ بعضُ الضفادعِ البيضَ على الأرضِ الرطبةِ. عندما يبدأُ الجنينُ بالتحرُّكِ يأخذُهُ ضفدعٌ ذكرٌ بالغٌ بفمِهِ ويحميهِ داخلَ الأكياسِ الصوتيَّةِ. عندما يُتِمُّ الجنينُ تطوُّرَهُ، يفتحُ الذكرُ البالغُ فمَهُ ويقفزُ ضفدعٌ صغيرٌ جدًّا إلى الخارجِ. انظرِ **الشكلَ ٥**.

الشكل ٥ في تشيلي والأرجنتين، يحملُ الضفدعُ الذكرُ من ٥ إلى ١٥ جنينًا في جيوبِهِ الصوتيَّةِ.

أمثلةٌ من أنواعِ البرمائيّاتِ

يوجدُ ما يزيدُ على ٥٤٠٠ نوعٍ من البرمائيّاتِ. تنتمي هذه الأنواعُ إلى ثلاثِ مجموعاتٍ: البرمائياتِ عديمةِ الأرجلِ، والسلمندرِ، والضفادعِ.

البرمائيّاتُ عديمةُ الأرجلِ

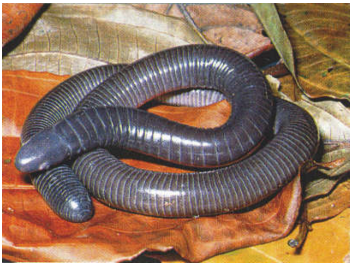
تبدو هذه البرمائيّاتُ مثلَ ديدانِ الأرضِ أو الثعابينِ، لكنْ لديها الجلدُ الرطبُ الرقيقُ الذي للبرمائيّاتِ. تتميَّزُ عديمةُ الأرجلِ من البرمائيّاتِ الأخرى بأنها بلا أرجلٍ، كما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٦**.

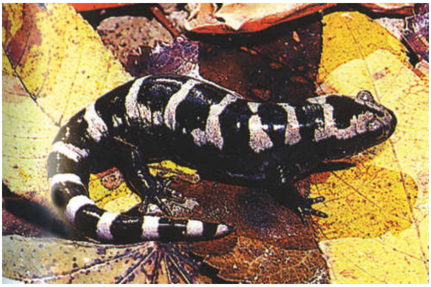
السلمندر

يعيشُ السلمندرُ الناضجُ تحتَ الأحجارِ والأخشابِ، كما في **الشكلِ ٧**. لدى السلمندرِ ذيلٌ طويلٌ وأربعُ أرجلٍ قويَّةٍ.

تحقَّقْ

ما الفرقُ بينَ البرمائيّاتِ عديمةِ الأرجلِ والسلمندرِ؟


الشكل ٦ برمائيّاتٌ عديمةُ الأرجلِ تعيشُ في التربةِ الرطْبةِ في المناطقِ الاستوائيَّةِ، وتأكُلُ لافقاريّاتٍ صغيرةً من التربةِ.


الشكل ٧ يعيشُ السلمندرُ في الأماكنِ الرطبةِ: تحتَ الصخورِ، تحتَ الأخشابِ، بينَ أوراقِ الشجرِ.

الضفادع

٩٠٪ تقريبًا من جميعِ البرمائيّاتِ ضفادعُ. يمكنُ أن ترى في **الشكل ٨** ضفدعًا. تعيشُ الضفادعُ في جميعِ أنحاءِ العالمِ، عدا الأماكنِ الباردةِ جدًّا. وهي تعيشُ في الصحاري والغاباتِ المطيرةِ الاستوائيَّةِ. وهي متكيِّفةٌ إلى حدٍّ بعيدٍ مع الحياةِ على اليابسةِ. ولدى الفئةِ البالغةِ منها عضلاتُ أرجلٍ قويَّةٌ للقفزِ. ولها آذانٌ جيِّدةٌ للسمعِ، وأوتارٌ صوتيّةٌ للمناداةِ. وهي ذاتُ لسانٍ دَبقٍ طويلٍ. هذا اللسانُ مربوطٌ بمقدّمِ الفمِ، ويمكنُها أن تقلبَهُ بسرعةٍ إلى الخارجِ، لالتقاطِ الحشراتِ.

تحقَّقْ
كيف تحصُلُ الضفادعُ على غذائِها؟

الشكل ٨ الضفادعُ

الضفادعُ لها جلدٌ رطْبٌ ناعمٌ.

تقضي بعضُ الضفادعِ وقتًا أقلَّ في الماءِ مما تقضيه الضفادعُ الأخرى.

مُراجعةُ القسم

ملخص

- تتنفَّسُ البرمائيّاتُ بواسطةِ الرئتيْن، والجلدِ والخياشيمِ.
- تبدأُ البرمائيّاتُ الحياةَ في الماءِ، حيثُ تستخدمُ الخياشيمَ للتنفُّسِ. أثناءَ التحوُّلِ، تفقدُ البرمائيّاتُ خياشيمَها، وتنمو أرجلُها التي تسمحُ لها بالعيشِ على اليابسةِ كحيواناتٍ بالغةٍ.
- المجموعاتُ الثلاثُ من البرمائيّاتِ هي عديمةُ الأرجلِ، والسلمندرُ، والضفادعُ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الرئة**، **أبي ذنيبة**، **التحوُّل**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تتنفَّسُ برمائيّاتٌ كثيرةٌ بالغةٌ باستخدامِ:
أ. خياشيمِها فقط.
ب. رئتَيْها فقط.
ج. جلدِها فقط.
د. رئتَيْها وجلدِها.

٣. صفِ التحوُّلَ عندَ البرمائيّاتِ.

٤. لماذا يجبُ أن تعيشَ البرمائيّاتُ البالغةُ قربَ الماءِ أو في بيئةٍ رَطْبةٍ جدًّا؟

٥. سَمِّ المجموعاتِ الثلاثَ من البرمائيّاتِ. ما أوجُهُ الشبهِ بينَها؟

٦. ما أوجُهُ الاختلافِ بينَ مجموعاتِ البرمائيّاتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٧. نوعٌ معيَّنٌ من الضفادعِ يقضي شهريْن من حياتِهِ كأبي ذنيبة، و٣ سنواتٍ من حياتِهِ كبالغ. ما النسبةُ المئويَّةُ من حياتِه التي يقضيها في الماءِ؟ ما النسبةُ المئويَّةُ من حياتِهِ التي يقضيها على اليابسةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **تحليلُ العلاقاتِ**: ما وظيفةُ اتِّصالِ لسانِ الضفدعِ بمقدَّمِ فمِهِ، بدلاً من مؤخَّرِ فمِهِ؟

القسمُ ٣

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ الخصائصَ التي تتيحُ للزواحفِ العيشَ على اليابسة.
- يصفُ ميزاتِ بيضِ الزواحف.
- يسمّي المجموعاتِ الأربعَ من الزواحفِ، ويعطي مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

بيضُ الزواحف

استراتيجيَّةُ القراءةِ

عَصْفٌ ذهنيّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسمِ هي الزواحفُ. ردِّدْ كلماتٍ وعباراتٍ تتعلَّقُ بالزواحف.

الزواحف

فيمَ تختلفُ الزواحفُ عن البرمائيّات؟ تحتاجُ البرمائيّاتُ إلى قضاءِ جُزْءٍ من حياتِها في الماءِ أو قربَ الماءِ. لكنَّ أكثرَ الزواحفِ يمكنُها أن تقضيَ كاملَ حياتِها على اليابسة.

العيشُ على اليابسةِ

أوّلُ ما يميِّزُ الزواحفَ من البرمائيّاتِ الجلدُ الجافُّ السميكُ الذي يقلِّلُ من فقدِ الماءِ، والأرجلُ القويَّةُ التي تمكِّنُها من السيرِ بسهولةٍ. وهي تضَعُ بيضًا على اليابسةِ. إنها ببساطةٍ تستطيعُ العيشُ كلِّيًّا على اليابسةِ.

الديناصوراتُ، التي عاشَتْ في الأزمنةِ القديمةِ جدًّا ثم انقرضتْ، تُعدُّ من الزواحفِ. وكانَ لديها خصائصُ مشابهةٌ للزواحفِ الموجودةِ حاليًّا. يُظهِرُ **الشكلُ ١** بعضَ الزواحفِ الباقيةِ.

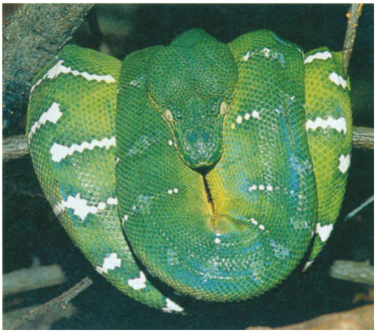
خصائصُ الزواحفِ

الزواحفُ متكيِّفةٌ إلى حدٍّ بعيدٍ مع الحياةِ على اليابسةِ. جميعُ الزواحفِ، مثلاً، حتى تلك التي تعيشُ في الماءِ، لها رئتانِ لتتنفَّسَ الهواءَ. وللزواحفِ أيضًا جلدٌ سميكٌ. وهي من ذواتِ الدمِ البارِدِ. وتضعُ البيضَ على اليابسةِ.

الشكلُ ١ بعضُ الزواحفِ التي تعيشُ على الأرضِ.

◀ التمساح

▼ السُّلَحْفاةُ العِمْلاقةُ


◀ أفعى البُوَا

الجلدُ السميكُ

يشكِّلُ الجلدُ الجافُّ السميكُ تكيُّفًا مهمًّا جدًّا للعيشِ على الأرضِ. هذا الجلدُ يشكِّلُ طبقةً تمنعُ فقدَ الماءِ من الخلايا بالتبخُّرِ. بخلافِ البرمائيّاتِ، لا تستطيعُ أكثرُ الزواحفِ التنفُّسَ عبرَ جلدِها. تعتمدُ أكثرُ الزواحفِ، كالأفعى الظاهرةِ في **الشكل ٢**، على رئتَيْها فقطْ لتحصُلَ على الأكسجين.

درجةُ حرارةِ الجسمِ

كلُّ الزواحفِ تقريبًا من ذواتِ الدمِ الباردِ، لا تستطيعُ إبقاءَ أجسامِها على درجةِ حرارةٍ مستقرَّةٍ. وهي تنشطُ عندما يكونُ محيطُها دافئًا وتتباطأُ عندما يكونُ باردًا. أكثرُ الزواحفِ تعيشُ في مناخٍ معتدلٍ، ولا تستطيعُ العيشَ في المناطقِ القطبيَّةِ الباردةِ، حيث يمكنُ أن تزدهرَ الثدييّاتُ والطيورُ.

بيضُ الزواحفِ

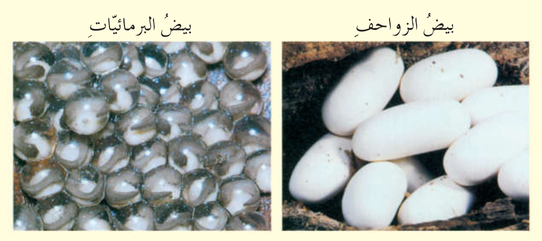
التكيُّفُ الأكثرُ أهميَّةً للحياةِ على اليابسةِ يظهرُ في البيضِ. وهذا البيضُ يحتوي على سائلٍ يُسمّى السائلَ الأمنيوني وهو يحمي الجنينَ في الزواحفِ والطيورِ والثدييّاتِ. **بيضُ الزواحفِ** Amniotic egg له قشرةٌ، كما يظهرُ في **الشكل ٣**. تحمي القشرةُ الجنينَ، وتحمي البيضَ من الجفافِ. تضعُ الزواحفُ البيضَ تحتَ الصخورِ، وفي الأرضِ، أو حتّى تحتَ رملِ الصحراءِ يوضِّحُ **الشكلُ ٤** جنينًا ناميًا داخلَ البيضةِ.

الشكل ٢ يعتقدُ كثيرون أن مَلْمَسَ الأفاعي مخاطيٌّ، لكنَّ جلودَ الأفاعي والزواحفِ الأخرى جافَّةٌ ومغطّاةٌ بالحراشفِ.

بيضُ الزواحفِ: نوعٌ من البيضِ محاطٌ بغشاءٍ، وهو لدى الزواحفِ يحتوي على كميَّةٍ كبيرةٍ من المحِّ، ومحميٌّ بقشرةٍ، وهو يشبهُ بيضَ الطيورِ وبعضِ الثدييّاتِ.

تحقَّقْ

لماذا لا يصيبُ الجفافُ جنينَ بيضِ الزواحفِ على اليابسةِ؟



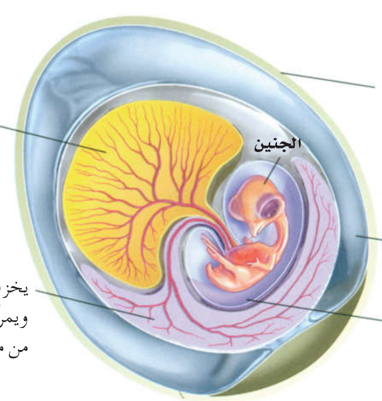
بيضُ الزواحفِ

بيضُ البرمائيّاتِ

الشكل ٣ قارنْ بين بيضِ الزواحفِ وبيضِ البرمائيّاتِ. بيضُ الزواحفِ فيه سائلٌ وله قشرةٌ أمّا بيضُ البرمائيّاتِ فليسَ كذلكَ.

الشكل ٤ جنينُ زواحفَ داخلَ بيضةٍ.

لبيضِ الزواحفِ ميزاتٌ مهمَّةٌ.



تحمي **القشرةُ** البيضَ من الضررِ ومن الجفافِ. للقشرةِ مسامٌّ صغيرةٌ تسمحُ للأكسجين بعبورِها إلى الجنينِ النامي، وتسمحُ لثاني أكسيدِ الكربونُ بالخروجِ.

يوفِّر **الزلالُ** الماءَ والبروتينَ للجنينِ.

كيسٌ مليءٌ بالسائلِ الأمنيوني. يحيطُ السائلُ الأمنيوني بالجنينِ ويحميه.

يوفِّرُ **المحُّ** الغذاءَ للجنينِ.

يخزنُ **المبارُ** نفاياتِ الجنينِ. ويمرِّرُ أيضًا الأكسجينَ إلى الجنينِ من مسامِّ القشرةِ.

تكاثُرُ الزواحفِ

تتكاثرُ الزواحفُ عادةً بالإخصابِ الداخليِّ. بعد أن تُخصَّبَ البيضةُ داخلَ الأنثى، تتشكَّلُ قشرةٌ حولَ البيضةِ. ثمّ تضعُ الأنثى البيضَ. تضعُ أكثرُ الزواحفِ بيضَها في التربةِ أو في الرملِ. لكنَّ بضعةَ زواحفَ لا تضعُ بيضًا. بدلاً من ذلك، يتشكَّلُ جنينُها وينمو داخلَ الأمِّ، وتُولَدُ الصغارُ حيَّةً. وفي الحالتينِ كلتيهما، يتشكَّلُ الجنينُ وينمو إلى زاحفٍ صغيرٍ جدًّا، يبدو مثل بالغٍ صغيرٍ. والزواحفُ لا تمرُّ بالتحوُّلِ.

أنواعُ الزواحفِ

يعرفُ علماءُ اليومِ حوالي ٨٠٠٠ نوعٍ من الزواحفِ. تتضمَّنُ المجموعاتُ الأربعُ من الزواحفِ السلاحفَ، والتماسيحَ والقواطير، والسحالي والأفاعي، والتواتارا. يُظهِرُ **الشكلُ ٥** واحدًا من الزواحفِ التي تعيشُ حاليًّا.

الشكل ٥ حرباء

تحقَّق

ما المجموعاتُ الأربعُ من الزواحفِ؟

الشكل ٦ السلاحف

▲ سُلَحْفاةٌ بريَّةٌ

▲ للسُّلَحْفاةِ البحريَّةِ الخضراءِ هذهِ درعٌ انسيابيٌّ يساعدُها على السباحةِ والدَّوَرانِ بسرعةٍ.

السلاحف

تعيشُ بعضُ السلاحفِ على اليابسةِ، وتقضي سلاحفُ أخرى كلَّ حياتِها أو معظمَ حياتِها في الماءِ. لكنَّ السلاحفَ حتى البحريَّةَ منها لابُدَّ لها من أن تقصدَ البرَّ لتضعَ بيضَها. يُظهِرُ **الشكلُ ٦** سُلَحْفاةً بحريّةً وسُلَحْفاةً بريَّةً.

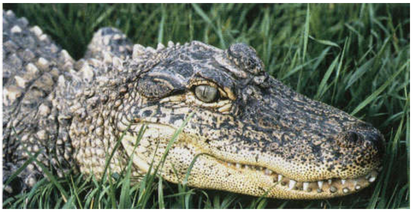
المِيزةُ التي تجعلُ السلاحفَ فريدةً جدًّا هو درعُها. يجعلُها الدرعُ بطيئةً وعديمةَ المرونةِ، ويعوقُها عن الهربِ السريعِ من المفترساتِ. لكنَّ كثيرًا من السلاحفِ يمكنُها أن تعيدَ رأسَها وأطرافَها إلى داخل درعِها المحصَّنِ لتحميَ نفسَها.

التماسيحُ والقواطيرُ

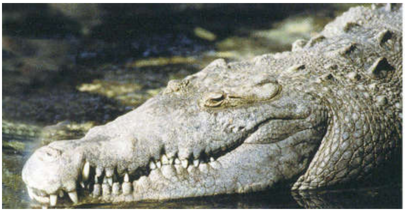
تقضي التماسيحُ والقواطيرُ أغلبَ وقتِها في الماءِ. تقعُ عيونُها وخياشيمُها على قمَّةِ رأسِها المسطَّحِ. لذلك تستطيعُ أن تراقبَ بيئتَها المحيطةَ وأغلبُ جسمِها تحتَ الماءِ. الاختباءُ بهذه الطريقةِ يعطيها أفضليَّةً كبيرةً على فريستِها. التماسيحُ والقواطيرُ آكلاتُ لحومٍ. وهي تأكلُ لافقاريّاتٍ وأسماكًا وسلاحفَ وطيورًا وثدييّاتٍ. يُظهِرُ **الشكلُ ٧** التمساحَ والقاطورَ.

الشكل ٧ التماسيحُ والقواطيرُ

▼ للقاطورِ رأسٌ عريضٌ وأنفٌ مستديرٌ.



▼ للتمساحِ رأسٌ مستدقٌ وأنفٌ مدبَّبٌ.



الأفاعي والسحالي

الزواحفُ الأكثرُ شيوعًا اليومَ هي الأفاعي والسحالي. الأفاعي آكلاتُ لحومٍ ولديها أعضاءٌ خاصَّةٌ في الفمِ تساعدُها على اشتمامِ رائحةِ الفريسةِ. عندما تمدُّ أفعى لسانَها الى الخارجِ، تلتقطُ به جزيئاتٍ صغيرةً جدًّا من الهواءِ. ثم تلمسُ الأفعى بلسانِها أعضاءً خاصَّةً موجودةً في فمِها. من خلالِ الجزيئاتِ التي على اللسانِ تستدِلُّ الأفعى على نوعِ فريسةٍ قريبةٍ. تقتلُ بعضُ الأفاعي فرائسَها بعَصْرِها حتى تختنقَ. ولدى الأفاعي الأخرى أنيابٌ للحقنِ بالسمِّ. لكنْ مهما تكنْ طريقةُ الأفاعي في قتلِ فرائسِها، فإنها تأكلُها بطريقةٍ واحدةٍ. تستطيعُ الأفاعي أن تفتحَ أفواهَها إلى مدى واسعٍ جدًّا. يمكِّنُها ذلك أن تأكُلَ الحيواناتِ والبيضَ بابتلاعِها كتلةً واحدةً. يظهرُ **الشكلُ ٨** نوعَيْن من الأفاعي.

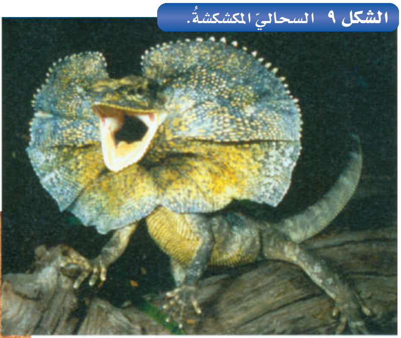
تأكلُ أكثرُ السحالي الحشراتِ والديدانَ الصغيرةَ، لكنَّ بعضَها يأكلُ النباتاتِ. تُسمّى إحدى السحالي تنّينَ كومودو، وهي سحليَّةٌ عملاقةٌ تأكلُ الغزلانَ والخنازيرَ والماعزَ! لا تبتلعُ السحالي فرائسَ كبيرةً كتلةً واحدةً. وللكثيرِ من السحالي القدرةُ على قطعِ ذيولِها للهربِ من المفترساتِ. وبعدَ ذلك، ينمو لها ذيلٌ جديدٌ. يَظهَرُ في **الشكلِ ٩** نوعانِ من السحالي.

الشكل ٨ الأفاعي

▼ الكوبرا مشهورةٌ بسمِّها القاتلِ. هذه الأفاعي العدوانيَّةُ تعيشُ في المناطقِ الجافَّةِ جدًّا.

▲ الأفاعي الحليبيَّةُ ليسَتْ سامَّةً، لكنَّها تبدو شبيهةً جدًّا بالأفاعي المرجانيَّةِ السامَّةِ.

الشكل ٩ السحاليّ المكشكشةُ.



▶ تبسطُ السحليَّةُ كشكشها لتخيفَ عدوَّها.

◀ هذهِ السحليَّةُ الشوكيَّةُ غيرُ ضارَّةٍ، وتتغذّى على النملِ.

التواتارا

تعيشُ التواتارا على بضعِ جزرٍ تقعُ على سواحلِ نيوزيلندا. يُظهِرُ **الشكل ١٠** التواتارا في البرِّيَّةِ. تبدو التواتارا شبيهةً بالسحالي، ويمكنُ أن يصلَ طولُها إلى حوالي ٦٠ سنتيمترًا.

بالرغمِ من أن التواتارا تبدو مثلَ السحالي، فإن هاتينِ الزاحفتَيْنِ تصنَّفانِ في مجموعتَيْنِ مختلفتَيْنِ. وبخلافِ كثيرٍ من السحالي، ليسَ للتواتارا فتحاتُ أذنٍ مرئيَّةٌ على ظاهرِ الجسمِ. وبخلافِ كثيرٍ من الزواحفِ أيضًا تنشطُ التواتارا جدًّا عندما تكونُ درجاتُ الحرارةِ منخفضةً. أثناءَ النهارِ، تستريحُ التواتارا وتمتصُّ ضوءَ الشمسِ. وفي الليلِ، تبحثُ عن الغذاءِ.

الشكل ١٠ التواتارا موجودةٌ فقط في بعضِ الجزرِ النيوزيلنديَّةِ.

تحقّقْ
عدِّدْ خاصيَّتَيْنِ للتواتارا.

مُراجعةُ القِسمِ

ملخّص

- للزواحفِ جلدٌ حرشفيٌّ سميكٌ يحميها من الجفافِ. ولها أيضًا رئتانِ. وهي تعتمدُ على بيئتِها المحيطةِ للسيطرةِ على درجةِ حرارةِ جسمِها.
- تحمي القشرةُ القاسيةُ بيضَ الزواحفِ من الجفافِ كما تحمي الجنينَ.
- تتكاثرُ الزواحفُ بالإخصابِ الداخليِّ.
- أربعُ مجموعاتٍ باقيةٌ من الزواحفِ. هذه المجموعاتُ هي: السلاحفُ، والتماسيحُ والقواطيرُ، والسحالي والأفاعي، والتواتارا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لمفردةِ **بيضِ الزواحفِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تتكيَّفُ الزواحفُ جيِّدًا مع العيشِ على اليابسةِ، لأنَّها:

أ. ذاتُ جلدٍ حرشفيٍّ سميكٍ.
ب. ذاتُ رئتَيْنِ.
ج. تضعُ بيضًا ذا قشرةٍ.
د. كلُّ ما وردَ هنا.

٣. تستطيعُ الزواحفُ أن تضعَ بيضَها على اليابسةِ لأنَّ:

أ. قشرةَ البيضِ تمنعُ الإخصابَ.
ب. قشرةَ البيضِ تحفظُ الرطوبةَ داخلَ البيضةِ.
ج. قشرةَ البيضِ تُبقي ثانيَ أكسيدِ الكربونِ داخلَ البيضةِ.
د. قشرةَ البيضِ تسمحُ للماءِ بمغادرةِ البيضةِ.

٤. اذكرْ ثلاثَ طرقٍ يحمي بها البيضُ أجنَّةَ الزواحفِ.

٥. وضِّحْ كيفَ تتكاثرُ معظمُ الزواحفِ.

٦. سمِّ المجموعاتِ الأربعَ من الزواحفِ، واذكر مثالاً على كلِّ نوعٍ.

٧. وضِّحْ تكيُّفاتِ الأفاعي الخاصَّةَ بالحصولِ على الغذاءِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. افترض أنّ سلحفاةً بحريَّةً تضعُ ١٠٤ بيضاتٍ. إذا كانَ ٥٠٪ من الصغارِ الفاقسةِ تصلُ إلى البحرِ حيَّةً، و٢٥٪ من تلك الصغارِ الحيَّةِ تصلُ إلى سنِّ البلوغِ، كم سلحفاةً بالغةً تنتجُ عن البيضِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** تلدُ الثديّاتُ صغارًا حيَّةً. يتشكّلُ وينمو الجنينُ داخلَ جسمِ الأنثى. أيُّ أجزاءٍ من بيضِ الزواحفِ يمكنُ للثدييّاتِ الاستغناءُ عنه ؟ وضِّحْ إجابتَك.

١٠. **تحليلُ الأفكارِ:** إبصارُ الأفاعي الجرسيَّةِ ليسَ جيدًا. لكن يمكنُها أن تحسَّ بتغييراتِ درجةِ الحرارةِ، بمقدارِ ٣ أجزاءٍ من الألفِ من الدرجةِ المئويَّةِ. كيف تكونُ هذه القدرةُ مفيدةً للأفاعي؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: التحوُّل، بيض الزواحف، الفقاريّ.

٢. استخدم المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدة: رئة، خياشيم، أبا ذنيبة.

وضِّحْ اختلافَ معاني هذه المفرداتِ ضِمنَ كلِّ زوجٍ منها.

٣. الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ والحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ.

٤. المثانةُ الهوائيّةُ والخطُّ الجانبيُّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٥. أيٌّ من التراكيبِ التاليةِ **ليسَ** موجودًا في بعضِ الحبليَّات؟
أ. الذيل.
ب. العمودُ الفقريُّ.
ج. الحبلُ الظهريُّ.
د. الحبلُ العصبيُّ المجوَّفُ.

٦. أيٌّ من الأسماكِ التاليةِ **ليسَ** لديها فكوكٌ؟
أ. أسماكُ القرشِ والشفنين والورنك.
ب. سمكُ الجريفِ والجلكي.
ج. الأسماكُ العظميَّةُ.
د. ليسَت ممّا ورَد أعلاه.

٧. لدى كلٍّ من البرمائيّاتِ والزواحفِ:
أ. رئتان.
ب. خياشيم.
ج. تتنفسُ عبرَ جلدِها فقط.
د. لها بيضٌ به سائلٌ أمنيونيٌّ.

٨. يحدُثُ التحوُّلُ عندَ:
أ. الأسماكِ والبرمائيّاتِ.
ب. البرمائيّات.
ج. الأسماكِ والبرمائيّاتِ والزواحفِ.
د. البرمائيّاتِ والزواحفِ.

٩. لدى كلٍّ من الأسماكِ العظميَّةِ والأسماكِ الغضروفيّة:
أ. زعانفُ.
ب. هياكلُ مكوَّنةٌ من غضاريف.
ج. مثانةٌ هوائيَّةٌ.
د. هياكلُ مكوَّنةٌ من عظامٍ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. كيفَ تتنفَّسُ البرمائيّات؟

١١. ما الخصائصُ التي تتيحُ للسمكِ العيشَ في الماءِ؟

١٢. ما الخصائصُ التي تتيحُ للزواحفِ العيشَ على اليابسةِ؟

١٣. كيف يحصُلُ جنينُ الزواحفِ في البيضِ على الأكسجين؟

١٤. صفْ مراحلَ التحوُّلِ لدى ضفدعٍ.

١٥. ما التركيبانِ الموجودانِ عند جميعِ الفقاريّاتِ دونَ بقيةِ الحبليّات؟

١٦. اذكرِ الأنواعَ الثلاثةَ من البرمائيّاتِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٧. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: الديناصورَ، السلحفاةَ، الزواحفَ، البرمائيّاتِ، الأسماكَ، القِرْشَ، السلمندرَ، الفقاريّاتِ.

١٨. **تطبيقُ المفاهيمِ:** إذا كانَتْ درجةِ حرارةِ الهواءِ في الخارجِ 43 °C، ودرجةُ حرارةِ الجسمِ المثاليّةُ لسِحْليّةٍ 38 °C، فأيُّهما أكثرُ احتمالاً: أن تجِدَ تلك السحليّةَ في الشمسِ أم في الظِّلِّ؟ وضِّحْ إجابتَك.

١٩. **تحديدُ العلاقاتِ:** صِفْ ثلاثًا من ميزاتِ جلدِ البرمائيّاتِ. كيفَ تستخدِمُ البرمائيّاتُ جلدَها؟ كيف يتلاءَمُ تركيبُ جلدِ البرمائيّاتِ مع وظائفِه؟

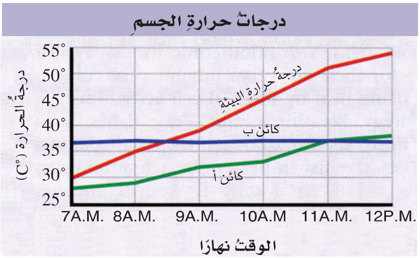
٢٠. **استدلال:** افترِضْ أنَّكَ وجدْتَ حيوانًا ذا عمودٍ فَقَريٍّ وخياشيمَ، والحيوانُ لا يبدو أنه ذو حبلٍ ظهريٍّ. هل هذا الحيوانُ من الحبليّاتِ؟ كيفَ تستطيعُ التأكُّدَ من إجابتِك؟

٢١. **وضعُ الفرضيّةِ:** إذا وجدْتَ زاحفةً لم تتعرَّفْها، فما الأسئلةُ التي تطرحُها لتحديدِ أيِّ مجموعةٍ من مجموعاتِ الزواحفِ الأربعِ تنتمي إليها هذهِ الزاحفة وضِّحْ كيفَ تَصوغُ فَرضيَّةً حول مجموعةِ هذه الزاحفةِ، معتمدًا على إجاباتِكَ عن هذه الأسئلةِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيّةِ

يُظهِرُ الشكلُ التخطيطيُّ أدناهُ درجةَ حرارةِ الجسمِ لكائنَيْنِ حيِّيْنِ، ودرجةَ حرارةِ الأرضِ في بيئتِهما. استخدمْ هذا الشكلَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.

درجاتُ حرارةِ الجسمِ



٢٢. كيفَ تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ جسمِ كلٍّ من الكائنَيْنِ الحيَّينِ (أ) و(ب)، مع تغيُّرِ درجةِ حرارةِ البيئةِ؟

٢٣. أيُّ هذينِ الكائنينِ الحيَّيْنِ هو، على الأغلبِ، ذو دمٍ باردٍ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٢٤. أيُّ هذينِ الكائنَيْنِ الحيَّينِ هو على الأغلبِ ذو دمٍ حارٍّ؟ وضِّحْ إجابتَك.

الفصل ٦

الطيورُ والثدييّاتُ

الفكرةُ الرئيسةُ

الطيورُ والثدييّاتُ فقاريّاتٌ ذواتُ دمٍ حارٍّ.

القسم

① الطيور ١٠٢

② خصائصُ الثدييّاتِ ١٠٩

③ الثدييّاتُ المشيميَّةُ ١١٣

④ الثدييّاتُ البيوضةُ والكيسيَّةُ . ١٢٠

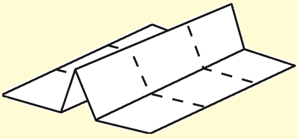
حولَ الصورة

لماذا يقفزُ حيوانٌ مغطّى بصفائحَ صُلْبةٍ درعيّةٍ الى أعلى من مترٍ في الهواءِ؟ يقفزُ هذا المدرَّعُ عندَما يفزعُ. بقفزهِ يفاجئُ أحيانًا المفترساتِ ويخيفُها، مايعطي المدرّعَ فرصةً للهربِ. المدرّعُ من الثدييّاتِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولٌ مطويٌّ قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصل، قمْ بإعدادِ **الجدولِ المطويِّ**. سمِّ أعمدةَ الجدولِ المطوي بـ «خصائص» و«أنواع». سمِّ الصفوفَ بـ «طيور» و«ثدييّاتٌ مشيميَّةٌ» و «الثدييات البيوضة والثدييّات الكيسيّة». ثمَّ اكتبْ وأنتَ تقرأ الفصلَ، أمثلةً على كلِّ موضوعٍ في العمودِ المناسبِ.



نشاطٌ استهلاليٌّ

دعنا نَطير!

كيف تطيرُ الطيورُ؟ هذا النشاطُ يعطيكَ بعضَ التلميحاتِ المناسبةِ.

الخطوات

١. قمْ بطيٍّ **قطعةِ ورقٍ** لصنْعِ طائرةٍ ورقيَّةٍ. اجعلِ الطيّاتِ متساويةً والتجعيداتِ حادَّةً.

٢. ارمِ الطائرةَ في الهواءِ بتأنٍّ كبيرٍ. ماذا حدَثَ؟

٣. خذِ الطائرةَ، وارمِها بقوَّةٍ أكبرَ. هل تغيَّرَ أيُّ شيءٍ؟

٤. صغِّرْ حجمَ الجناحينِ بطيِّهما طيَّةً أُخرى داخليَّةً نحو التجعيدةِ المركزيَّةِ. تأكَّدْ أنَّ الجناحينِ لهما الحجمُ نفسُهُ والشكلُ نفسُهُ.

٥. ارمِ الطائرةَ مرتَّينِ أُخريَيْنِ. ارمِها بتأنٍّ في بادئِ الأمرِ، ثُمَّ ارمِها بقوَّةٍ أكبرَ. ماذا حدثَ في كلِّ مرَّةٍ؟

التحليل

١. حلِّلْ تأثيرَ قوَّةِ رميكَ للطائرةِ الورقيَّةِ في طيرانِها. هل تعتقدُ أن قُوى الدفْعِ المختلفةَ تؤثِّرُ في طيرانِ الطيرِ على نحوٍ مماثلٍ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٢. ماذا حدثَ عندما جعلتَ الأجنحةَ أصغرَ؟ لماذا تعتقدُ أن هذا قد حدثَ؟ هل تعتقدُ أن حجمَ الجناحِ يؤثِّرُ في الطريقةِ التي يطيرُ بها الطَّيْرُ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٣. بالاستنادِ إلى نتائجِكَ، كيف تصمِّمُ الطائرةَ الورقيَّةَ المثاليَّةَ وترميها؟

القِسْم ١

الطيور

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ نوعين من أنواعِ الريشِ.
- يصفُ كيف تربِّي الطيورُ صغارَها.
- يحدِّدُ الاختلافاتِ بينَ الطيورِ التي لا تطيرُ والطيورِ المائيَّةِ والطيورِ الجاثمةِ والطيورِ الجارحةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التجمُّل
الاستبدال
الريشُ الزَّغبيُّ
الريشُ المحيطيُّ
احتضانُ البيضِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ أن تقرأَ هذا القسمَ، اكتبْ كلَّ عنوانٍ في هذا القسمِ.

ما المشترَكُ بين نَسْرٍ قويٍّ وبطريقٍ متثاقلٍ وعصفورٍ لطيفٍ؟ جميعُها ذاتُ ريشٍ وجَناحينِ ومنقارٍ، هذا يعني أنَّها كلَّها طيورٌ.

تشتركُ الطيورُ والزواحفُ في كثيرٍ من الخصائصِ. الطيورُ فَقاريّاتٌ مثلُ الزواحفِ. وأرجلُ الطيورِ مغطّاةٌ بحراشفَ سميكةٍ كالحراشفِ التي تغطّي أجسامَ الزواحفِ. بيضُ الطيورِ لهُ أيضًا كيسٌ أمنيونيٌّ وقشرةٌ، كما لبيضِ الزواحفِ.

وللطيورِ كذلك كثيرٌ من الخصائصِ الفريدةِ. قشورُ بيضِ الطيورِ، مثلاً، أصلبُ من قشورِ بيضِ الزواحفِ. يظهرُ **الشكلُ ١**، أن للطيورِ ريشًا وأجنحةً. وللطيرِ منقارٌ قَرْنِيٌّ بدلاً من فكّيْنِ وأسنانٍ. والطيورُ تستخدِمُ حرارةَ نشاطِ خلاياها لتبقيَ درجةَ حرارةِ أجسامِها مستقرَّةً.

الريش

الميزةُ المألوفةُ لدى الطيورِ ريشُها. يساعدُ الريشُ الطيورَ على بقائها جافَّةً ودافئةً، ويساعدُها على جذبِ الأزواجِ والطيرانِ.

التجمُّلُ والاستبدالُ

تعتني الطيورُ كثيرًا بريشِها. وهي تستخدمُ مناقيرَها لتوزيعِ الزيتِ على ريشِها في عمليَّةٍ تسمّى **التجمُّلُ** **Preening**. تُنتِجُ غدَّةٌ قربَ ذيلِ الطيرِ هذا الزيتَ. يساعدُ الزيتُ على بقاءِ الريشِ نظيفًا وعلى انزلاقِ الماءِ عنه. عندَما يَبْلى الريشُ تبدِّلُهُ الطيورُ بعمليَّةٍ تُسمّى الاستبدالَ. **الاستبدالُ** **Molting** عمليَّةُ التخلُّصِ من الريشِ القديمِ لتنميةِ ريشٍ جديدٍ. تَطْرَحُ أكثرُ الطيورِ ريشَها مرَّةً في السنةِ على الأقلِّ.

التجمُّلُ: هو لدى الطيورِ، تمشيطُ الريشِ وصيانتُه.

الاستبدالُ: التخلُّصُ من الهيكلِ الخارجيِّ أو الجلدِ أو الريشِ أو الشعرِ الذي استُبدِلَتْ به أجزاءٌ جديدةٌ.

مالِكُ الحزين
الطائرُ الطنّانُ
الطوقان

الشكل ١ يوجدُ حواليْ ١٠٠٠٠ نوعٍ من الطيورِ المعروفةِ على الأرضِ اليومَ.

الشكلُ ٢ آكلُ الحشراتِ

الخلدُ ذو الأنفِ النجميِّ له على أنفِهِ لوامسُ حسّاسةٌ. هذه التراكيبُ تساعدُهُ على إيجادِ ديدانِ أرضٍ للأكلِ. حيواناتُ الخلدِ نظرُها ضعيفٌ.

تعيشُ القنافذُ في جميعِ أنحاءِ أوروبا، وآسيا، وأفريقيا. وأشواكُها تحفظُها من المفترساتِ.

آكلةُ الحشراتِ

الثدييّاتُ التي تأكلُ الحشراتِ تسمّى آكلةَ الحشراتِ. تتضمَّنُ هذه المجموعةُ حيوانَيْ الخلدِ والقُنْفُذِ. أكثرُ آكلاتِ الحشراتِ صغيرةٌ، ولها أنوفٌ طويلةٌ مدبَّبةٌ تساعدُها على شمِّ غذائِها. وأدمغتُها صغيرةٌ وأسنانُها بسيطةٌ. يأكلُ بعضُها الديدانَ، والسمكَ، والضفادعَ، والسحاليَ، والثدييّاتِ الصغيرةَ، بالإضافةِ إلى الحشراتِ. يظهرُ في **الشكلِ ٢** آكلا حشراتٍ.

تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ الأرانبُ عن القوارضِ؟

القوارض

أكثرُ من ثلثِ أنواعِ الثدييّاتِ من القوارضِ. تعيشُ القوارضُ في جميعِ القارّاتِ، ما عدا القارَّةَ القطبيَّةَ الجنوبيَّةَ. تضمُّ القوارضُ السناجيبَ، والفئرانَ، والجرذانَ، وحيواناتِ النِّيْصِ. أكثرُ القوارضِ لها شواربُ تحسُّ بها. والقوارضُ كلُّها لها مجموعةٌ واحدةٌ من القواطعِ في الفكِّ الأعلى. تقضمُ القوارضُ وتمضغُ كثيرًا إلى درجةٍ تجعلُ أسنانَها تضعُفُ. ولكنَّها لا تتوقَّفُ عن المضغِ، لأنَّ قواطعَها تتجدَّدُ بشكلٍ مستمرٍ! يُظهرُ **الشكلُ ٣** نوعَيْنِ من القوارضِ.

الشكلُ ٣ القوارض

تنمو قواطعُ النِّيصِ باستمرارٍ مثلَ قواطعِ كلِّ القوارضِ.

الكابيبارا الذي يعيشُ في أمريكا الجنوبيَّةِ هو القارضُ الأكبرُ في العالمِ. تقاربُ كتلةُ أنثاهُ 70 kg، ما يعادلُ كتلةَ رجلٍ بالغٍ.

الأرانبُ الداجنةُ والأرانبُ البرّيَّةُ

القوارضُ تشبهُ مجموعةً من الثدييّاتِ تتضمَّنُ الأرانبَ والأرانبَ البريَّةَ. انظرِ **الشكلَ ٤**. هذه المجموعةُ كالقوارضِ لها أسنانٌ قاضمةٌ حادَّةٌ. لكنَّها بخلافِ القوارضِ، تملِكُ مجموعتَيْنِ من القواطعِ في الفكِّ الأعلى. وذيولُها أقصرُ من ذيولِ القوارضِ.

الشكلُ ٤ الأرانب

الأذنانِ الكبيرتانِ لهذا **الأرنبِ البرّيِّ** تساعدنَه على السمعِ جيّدًا والبقاءِ منتعشًا. وهما تعملانِ أيضًا مع أنفٍ حسّاسٍ وعينَيْنِ كبيرتَيْنِ لاكتشافِ المفترساتِ.

تحقَّقْ

ماذا تفعلُ القوارضُ بقواطعِها الحادَّةِ؟

الشكلُ ٥ الخفاشيات

هذا الخُفّاشُ المرقّطُ، يأكلُ كمعظمِ الخفافيشِ، حشراتٍ طائرةً. وهو يستخدمُ أذنَيْهِ الكبيرتَيْنِ أثناءَ تلقّيهِ الصدى.

خفافيشُ الفاكهةِ، المسمّاةُ أيضًا الثعالبَ الطائرةَ، تلقّحُ النباتاتِ عندَما تطيرُ من نباتٍ إلى آخرَ لتأكلَ الفاكهةَ.

الخفّاشيّات

الخفافيشُ هي الثدييّاتُ الوحيدةُ التي تطيرُ. يَظهَرُ في **الشكل ٥** اثنانِ من أنواعِ الخفافيشِ. الخفافيشُ تَنْشَطُ في الليلِ. وتنامُ في المناطقِ الآمنةِ أثناءَ النهارِ. تأكلُ أكثرُ الخفافيشِ الحشراتِ أو الحيواناتِ الصغيرةَ الأُخرى. لكنَّ بعضَ الخفافيشِ تأكُلُ الفاكهةَ أو رحيقَ الأزهارِ. أنواعٌ قليلةٌ منها تشربُ دمَ الطيورِ أو الثدييّاتِ.

تستخدمُ أكثرُ الخفافيشَ الصدى لتهتديَ إلى غذائِها وطريقِها. وهيَ تُصدِرُ ضوضاءَ نقرٍ أثناءَ طيرانِها. ترتدُّ أصداءُ النقرِ عن الأشجارِ، والصخورِ، والحشراتِ، فتعرفُ الخفافيشُ ما حولَها.

آكلاتُ اللحوم

الثدييّاتُ، التي لها أنيابٌ كبيرةٌ وأضراسٌ خاصّةٌ لتقطيعِ اللحمِ، تُسمّى آكلاتِ اللحومِ. الكثيرُ من ثدييّاتِ هذهِ المجموعةِ يأكُلُ اللحمَ فقط. لكنَّ بعضَها من آكلةِ النباتِ واللحمِ، أو من آكلةِ النباتِ. مثلاً: تأكلُ الدِّببَةُ السوداءُ العشبَ، والبندقَ، والتوتَ، ونادرًا ما تأكلُ اللحمَ. تتضمَّنُ مجموعةُ آكلاتِ اللحومِ القططَ، والكلابَ، وكلابَ الماءِ، والدِّببَةَ، وحيواناتِ الراكونِ، والضِّباعَ. مجموعةُ الثدييّاتِ، التي تعيشُ في البحارِ، تأكلُ السمكَ، فهيَ أيضًا آكلاتُ لحومٍ. عجولُ البحرِ، وأسودُ البحرِ، من تلكَ المجموعةِ. يظهرُ في **الشكل ٦** اثنانِ من آكلاتِ اللحومِ.

الشكلُ ٦ آكلاتُ اللحوم

حيواناتُ الفَظِّ، كَكُلِّ آكلاتِ اللحومِ البحريَّةِ، تأكلُ في المحيطِ، لكنَّها تنامُ وتتزاوجُ على اليابسةِ. تستخدمُ أنيابَها الضخمةَ في معرضِ المغازلةِ والدِّفاعِ، وتسلُّقِ الثلجِ.

ذئبُ البراري فردٌ من عائلةِ الكلبِ.

الخرطوميّات

الفيلَةُ هي الثدييّاتُ التي تتصِّفُ بأنَّ لها خرطومًا. الخرطومُ هو اتِّحادُ للشفةِ العليا والأنفِ. يستخدِمُ الفيلُ خرطومَهُ بالطريقةِ نفسِها التي نستخدمُ بها أيدينا، وشفاهَنا، وأنوفَنا. وتستخدِمُ الفيلةُ خراطيمَها لوضعِ الغذاءِ في أفواهِها، ورشِّ الماءِ على ظهورِها طلبًا للبرودةِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٧** نوعَيْنِ من الفيلَةِ.

الشكل ٧ الخُرطوميات

الفيلَةُ حيواناتٌ اجتماعيَّةٌ. تعيشُ الإناثُ في قطعانٍ من الأمّاتِ، والبناتِ، والأخواتِ. هذه الفيلَةُ فيلَةٌ أفريقيَّةٌ.

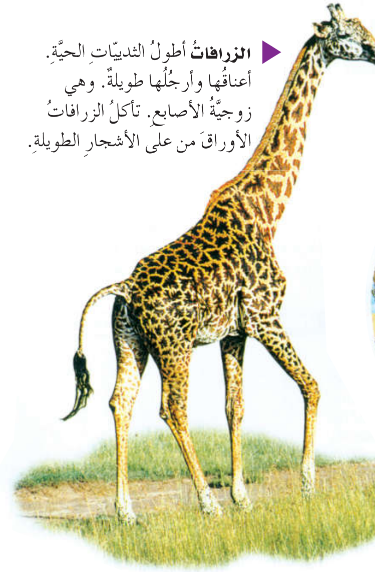
هذهِ الفيلةُ الهنديَّةُ لها آذانٌ وأنيابٌ أصغرُ من أنيابِ الفيلَةِ الأفريقيَّةِ.

الحافريّات

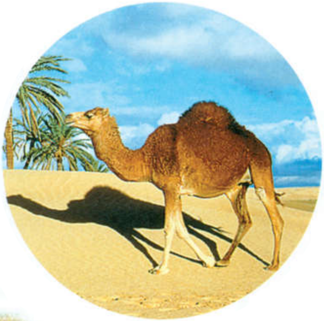
الخيولُ، والغِزْلانُ، والخرتيتُ قلَّةٌ من ثدييّاتٍ كثيرةٍ لها حوافرُ أو أظلافٌ أو خفوفٌ سميكةٌ. كلٌّ من الخفِّ والحافرِ والظِّلفِ صفحةٌ سميكةٌ تغطّي إصبعَ القدمِ وهو يشبهُ ظُفرَ إصبعِ القدمِ أو المِخلبَ، إلا أنَّهُ يغطّي الإصبعَ بكاملِه. معظمُ الثدييّاتِ ذاتُ الحوافرِ عدّاءَةٌ سريعةٌ، ولها أضراسٌ مستويةٌ كبيرةٌ أيضًا. تساعدُ هذه الأسنانُ الثدييّاتِ ذاتَ الحوافرِ على طَحْنِ النباتاتِ التي تأكلُها.

تتضمَّنُ الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ رتبتَيْنِ هما: ذاتُ الأصابعِ المفردةِ وذاتُ الأصابعِ المزدوجةِ. الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ والأصابعِ المفردةِ لها إصبعٌ واحدةٌ أو ثلاثُ أصابعَ في كلِّ قدمٍ. الخيولُ والحميرُ الوحشيَّةُ والحميرُ الأهليَّةُ لها إصبعُ قدمٍ واحدةٌ ذاتُ حافرٍ كبيرٍ واحدٍ. الخِرْتيتُ له ثلاثُ أصابعِ قدمٍ. الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ المزدوجةِ لها إصبعانِ أو أربعُ أصابعَ في كلِّ قدمٍ. الماشيةُ والجمالُ والغِزْلانُ والزرافاتُ مزدوجةُ الأصابعِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٨** بعضَ الثدييّاتِ ذاتِ الحوافرِ.

الشكل ٨ الحافريّات



الزرافاتُ أطولُ الثدييّاتِ الحيَّةِ. أعناقُها وأرجُلُها طويلةٌ. وهي زوجيَّةُ الأصابعِ. تأكلُ الزرافاتُ الأوراقَ من على الأشجارِ الطويلةِ.



الجمالُ ذاتُ أصابعَ مزدوجةٍ. سنامُ الجملِ كتلةٌ كبيرةٌ من الدُّهنِ تزوِّدُهُ بالطاقةِ حينَ يندرُ الغذاءُ. تستطيعُ الجمالُ أن تعيشَ دونَ شربٍ وقتًا طويلاً. لذا يمكنُها أن تعيشَ في الأماكنِ الجافَّةِ جدًّا.

الحوتيّات

الحوتيّاتُ مجموعةٌ من الثدييّاتِ تتكوَّنُ مِنَ الحيتانِ، والدلافين. تعيشُ جميعُ الحيتانِ في الماءِ. يَظْهَرُ في **الشكلِ ٩** اثنانِ من نوعَيْ الحيتانِ. قد تبدو الحوتيّاتُ من النظرةِ الأولى أشبَهَ بالسمكِ منها بالثدييّاتِ. لكنَّها، بخلافِ السمكِ، تملكُ رئتينِ وتُرضِعُ صغارَها.

أغلبُ الحوتيّاتِ الكبيرةِ بلا أسنانٍ. وهي تتغذّى على حيواناتٍ صغيرةٍ من ماءِ البحرِ شبيهةٍ بالربيانِ. أمّا الدلافينُ والحيتانُ القاتلةُ فَلَها أسنانٌ تُساعدُها على الأكلِ. تستخدِمُ هذه الحيواناتُ الصدى كالخفافيشِ للعثورِ على السمكِ والحيواناتِ الأخرى.

تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ الحيتانُ عن الأسماكِ؟

الشكلُ ٩ الحوتيّات

▼ **الحوتُ ذو السنام** بلا أسنانٍ. وهو، مثلُ كلِّ الحيتانِ عديمةِ الأسنانِ، يعُبُّ من ماءِ البحرِ عبرَ صفائحَ خاصّةٍ في فمِه. هذه الصفائحُ مصنوعةٌ من مادَّةٍ تُسمّى **البالين**. تحصُرُ صفائحُ البالينِ حيواناتٍ بحريَّةً صغيرةً جدًّا ليأكلَها الحوتُ.

▲ **بقرةُ البحرِ** وهي نوعٌ من الحيتانِ يسبحُ ببطءٍ قريبًا من الشاطئ.

الرئيسيّات

يصنِّفُ العلماءُ القرودَ والنسانيسَ والبشرَ في مجموعةٍ يسمُّونَها **الرئيسيّات**. هذه الحيواناتُ لها خمسةُ أصابعَ في كلِّ يدٍ، وخمسةُ أصابعَ في كلِّ قدَمٍ. معظمُها ذاتُ أظافرَ مستويةٍ بدلاً من المخالبِ. وأدمغتُها أكبرُ من أدمغةِ أكثرِ الثديياتِ الأخرى التي تماثلُها في الحجمِ. وهي تعتبرُ ثديياتٍ ذكيَّةً جدًّا. للرئيسيّاتِ تنظيماتٌ لأعضاءِ الجسمِ فريدةٌ، تساعدُها على القيامِ بأشياءَ معقَّدةٍ. مثلاً: كلٌّ من الرئيسيّاتِ له عينانِ متَّجهتانِ إلى الأمامِ، ويمكنُهُ أن يركِّزَ النظرَ في نقطةٍ دقيقةٍ. والإبهامُ لدى الرئيسيّاتِ تقابلُ الأصابعَ الأخرى في اليدِ، مما يسمحُ لها بحملِ الأجسامِ.

تعيشُ رئيسيّاتٌ كثيرةٌ على الأشجارِ. وهي تتسلَّقُها بأيديها وأقدامِها. وتسمحُ لها مفاصلُ الكتفِ المرنةُ بالتأرجحِ بين الفروعِ. وهي تأكلُ الأوراقَ والثمارَ. بعضُ الرئيسيّاتِ تتعقَّبُ حيواناتٍ أخرى. يَظْهَرُ في **الشكلِ ١٠** بعضُ الرئيسيّاتِ.

رابطُ فنونٍ لغويَّة

القردُ غيرُ التقليديِّ

في أجزاءٍ كثيرةٍ من العالمِ، قضتِ المدنُ على مواطنِ الرئيسيّاتِ الطبيعيَّةِ. فانتقلتْ بعضُ الرئيسيّاتِ إلى المدينةِ وتبنَّتْ أساليبَ حياةٍ جديدةً. فقد اشتُهِرَ قردُ الماكاكِ بسرقةِ الآيس كريم من الأطفالِ، أو بالقفزِ على الحافلاتِ لجولةٍ قصيرةٍ! اكتبْ قصَّةً عن الناسِ الذينَ يعيشونَ مع القِرَدةِ في مدينةٍ.

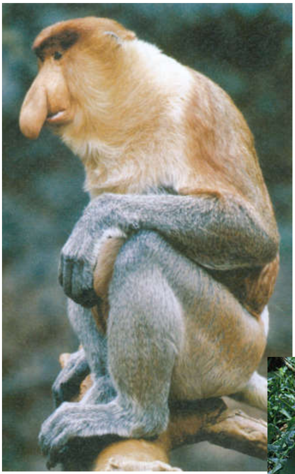
تحقَّقْ

أيُّ ميزاتٍ تساعدُ رئيسيّاتٍ كثيرةً على العيشِ فوقَ الأشجارِ؟

الشكلُ ١٠ الرئيسيّات

الأورانج أوتان وقرودٌ أُخرى تمشي منتصبةً على رجلَيْن. وللقرودِ أدمغةٌ وأجسامٌ أكبرُ مما لدى النسناسِ.

النسناسُ ذو ذيل يستطيعُ الإمساكَ بفروعِ الشجرِ. وذراعاهُ الطويلتانِ، ورجلاهُ وذيلُهُ، تساعدُه على التنقُّلِ بينَ الأشجارِ.



النسناسُ الخُرطوميُّ له أنفٌ كبيرٌ. أنوفُ الذكورِ أكبرُ من أنوفِ الإناثِ. هذا الاختلافُ يجعلُ العلماءَ يتساءلونَ إن كانَ أنفُ الذكرِ أداةَ جذبٍ للأنثى.

القسمُ
٤

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الاختلافَ بين الثدييّاتِ البيوضةِ والثدييّاتِ الكيسيَّةِ.
- يسمّي نوعَي الثدييّاتِ البيوضةِ.
- يعطي ثلاثةَ أمثلةٍ على الثدييّاتِ الكيسيَّةِ.
- يفسِّرُ لماذا الكثيرُ من الثدييّاتِ الكيسيَّةِ مهدَّدةٌ بالانقراض، أو انقرضَتْ فعلاً.

المفرداتُ والمفاهيم

الثدييّاتُ البيوضةُ
الثدييّاتُ الكيسيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيص: اقرأْ هذا القسمَ، بصمت. شكّلْ ثنائيًا. تناوبْ أنتَ وزميلُك على تلخيص المادّة. توقّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحة .

الثدييّاتُ البيوضةُ والكيسيَّةُ

هل تعلمُ أنّ معظمَ الثدييّاتِ تلدُ صغارًا، وبعضُها يضعُ بيضًا يفقسُ عن صغارٍ؟

الثدييّاتُ المشيميَّةُ تولدُ صغيرةً ومتطوِّرةً بشكلٍ جيِّدٍ. لكنَّ الثدييّاتِ البيوضةَ تضعُ البيضَ. والثدييّاتُ الكيسيَّةُ الوليدةُ تظلُ بحاجةٍ إلى شهورٍ من النموِّ والتشكُّلِ في كيسِ الأمِّ.

الثدييّاتُ البيوضةُ

الثدييّاتُ البيوضةُ Monotremes حيواناتٌ ثدييَّةٌ تضعُ البيضَ. للثدييّاتِ البيوضةِ كلُّ ميزاتِ الثدييّاتِ، بما في ذلك الغدَدُ اللبنيَّةُ، والحجابُ الحاجزُ، والشعرُ. وهي كغيرِها من الثدييّاتِ، لها درجةُ حرارةِ جسمٍ ثابتةٌ. تضعُ أنثى الثدييّاتِ البيوضةِ بيضًا مغلَّفًا بقشرةٍ جلديَّةٍ سميكةٍ. وتستخدمُ طاقةَ جسمِها لإبقاءِ بيضِها دافئًا. بعد أن تفقسَ الصغارُ البيضَ، تعتني الأمُّ بها وتغذِّيها باللبنِ. ليس للثدييّاتِ البيوضةِ حلماتٌ كالثدييّاتِ الأخرى. صغارُ الثدييّاتِ البيوضةِ تلعقُ اللبنَ من فتحاتٍ في الجلدِ تفرزُ اللبنَ من غددٍ لبنيَّةٍ.

القنفذيّاتُ

ثلاثةُ أنواعٍ باقيةٌ فقط من الثدييّاتِ البيوضةِ، نوعانِ منها قنفذيّان. تكونُ القنفذيّاتُ بحجمِ القطّةِ المنزليَّةِ. وتمكِّنُها مخالبُها الكبيرةُ وأنوفُها الطويلةُ من إخراجِ حشراتِ النملِ العاديِّ والنملِ الأبيضِ من بيوتِها. يُظهِرُ **الشكلُ ١** نوعَيْنِ من القنفذيّاتِ.

الثديُّ البيوضُ: الثديُّ الذي يضعُ البيضَ.

الشكلُ ١ القُنْفُذيّاتُ

▼ قنفذُ النملِ ذو الأنفِ الطويلِ يعيشُ في غينيا الجديدةِ.

▼ آكلُ النملِ ذو الأنفِ القصيرِ يعيشُ في أستراليا وغينيا الجديدةِ.

منقارُ البطِّ

حيوانُ منقارِ البطِّ من الثدييّاتِ البيوضةِ الأُخرى الباقيةِ. لا يوجدُ اليومَ من منقارِ البطِّ على قيدِ الحياةِ سوى نوعٍ واحدٍ فقطْ. وهوَ يعيشُ في أستراليا. ويبدو مختلفًا جدًّا عن الثدييّات الأخرى. في **الشكلِ ٢** يظهرُ حيوانُ منقارِ البطِّ.

منقارُ البطِّ حيوانٌ ثديِّيٌّ يعيشُ ويتغذّى في الأنهارِ والبركِ. لـه أقدامٌ غشائيَّةٌ وذيلٌ مستوٍ لمساعدتِهِ على التحرُّكِ في الوسطِ المائيِّ. وله منقارٌ مطاطيٌّ مفلطحٌ يستخدمُهُ للبحثِ عن الغذاءِ. ويستخدمُ مخالبَهُ لحفرِ الأنفاقِ على ضفافِ الأنهارِ. ويضعُ منقارُ البطِّ بيضَهُ في هذه الأنفاقِ.

الثدييّاتُ الكيسيَّةُ

لعلَّكَ تعرفُ أن أنثى الكنغرِ تحملُ صغيرَهـا في كيسٍ. الكنغرُ والثدييّاتُ الكيسيَّةُ ذاتُ الأكياسِ تُسمّى **الثدييّاتِ الكيسيَّةَ** **Marsupials**. والثدييّاتُ الكيسيَّةُ كجميعِ الثدييّاتِ، لـها غددٌ ثدييَّةٌ، وشعرٌ، وأسنانٌ متخصِّصةٌ. الثدييّاتُ الكيسيَّةُ، بخلافِ منقارِ البطِّ، تلدُ صغارًا حيَّةً. كما أن نموَّ وتشكُّلَ الحيوانِ الكيسيِّ فريدانِ، لأن الكيسيّاتِ الوليدةَ تواصلُ تنميةَ وليدِها في كيسِ الأمِّ. وتبقى المواليدُ الجددُ في أكياسِ الأمهاتِ عدَّةَ شهورٍ.

ما يعيشُ من الثدييّاتِ الكيسيَّةِ اليومَ يبلغُ حواليْ ٢٨٠ نوعًا. أكثرُها يعيشُ في أستراليا، وغينيا الجديدةِ، وأمريكا الجنوبيَّةِ.

الشكل ٢ تحتَ الماءِ، يغمضُ منقارُ البطِّ عينَيْهِ ويغلقُ أذنيهِ، ويستعملُ منقارهُ ليجدَ الغذاءَ.

تحقَّقْ

كيفَ يستخدمُ حيوانُ منقارِ البطِّ منقارَهُ؟

الثدييُّ الكيسيُّ: ثديِيٌّ يحملُ صغيرَهُ ويغذّيهِ في كيسٍ خارجيٍّ.

رابطُ علمِ البيئةِ

الثدييّاتُ الكيسيَّةُ الأستراليَّةُ في خطرٍ. أدخلتْ أنواعٌ أُخرى بشكلٍ اصطناعيٍّ إلى أنظمةِ أستراليا البيئيَّةِ الفريدةِ. هذه الأنواعُ الجديدةُ تنافسُ الكيسيّاتِ المحليَّةَ على الغذاءِ وأماكنِ العيشِ. هناكَ طريقةٌ وحيدةٌ لإيقافِ استقدامِ النوعِ الجديدِ إلى أستراليا، هو أن يدركَ الناسُ مخاطرَ استقدامِ هذا النوعِ. أعِدَّ ملصقًا يوضِّحُ لماذا يجبُ على الإنسانِ أن يكونَ حذرًا من إطلاقِ الحيواناتِ الأليفةِ أو الحيواناتِ الأجنبيَّةِ في براري بلادِهِ.

الشكل ٣ هذا الكنغرُ الوليدُ الجديدُ سيبقى في كيسِ أمِّهِ لعدَّةِ شهورٍ وهو مستمرٌّ في التطوُّرِ.

تحقَّقْ

ما حجمُ الكنغرِ الوليدِ؟

الكيس

تولدُ الكيسيّاتُ في مرحلةٍ مبكرةٍ من تشكلِّها ونموِّها. تولدُ بعد بضعةِ أيّامٍ أو أسابيعَ فقطْ من الإخصابِ. عندَ الولادةِ، تكونُ الكناغرُ الوليدةُ صغيرةً كالنحلِ الطنّانِ. يظهرُ في **الشكل ٣** كنغرٌ وليدٌ جديدٌ. الكيسيّاتُ الوليدةُ تكونُ بلا شعرٍ. وتكونُ أطرافُها الأماميَّةُ وحدَها متطوِّرةً جدًّا. تستعملُ هذه الأطرافَ لتجرَّ نفسَها عبر فراءِ أمِّها إلى كيسٍ على بطنِها. كناغرُ كثيرةٌ تعملُ هذا دونَ أيِّ مساعدةٍ من أمّاتِها. توجدُ داخلَ الكيسِ غددٌ لبنيَّةٌ. يرتفعُ المولودُ الجديدُ في مزالجَ ليصلَ إلى حلمةٍ، ويبدأُ بشربِ اللبنِ. الكنافرُ الصغيرةُ، تبقى في كيسِ الأمِّ لعدَّةِ شهورٍ. وعندَما تتركُ الكيسَ، تتركُهُ فقطْ لفتراتٍ قصيرةٍ من الوقتِ.

أنواعُ الكيسيّاتِ

الكيسيّاتُ المشهورةُ الظاهرةُ في **الشكلِ ٤** قد تكونُ مألوفةً لديك. لكنْ يوجدُ الكثيرُ من الكيسيّاتِ غيرِ المألوفةِ. تعيشُ أكثرُ الكيسيّاتِ في أستراليا وحولَها.

الشكلُ ٤ الكيسيّاتُ

▲ الكوالا تنامُ حوالي ١٨ ساعةً كلَّ يومٍ. وتأكلُ أوراقَ الكينا.

▲ صغارُ الكنغرِ التي تتركُ كيسَ الأمِّ، تعودُ إليهِ عندَ ظهورِ أيِّ إشارةِ خطرٍ.

مُراجعةُ القِسْمِ

ملخَّص

- الثدييّاتُ البيوضةُ تضعُ البيضَ. وتنتجُ لبنًا لكن ليس لها أثداءٌ.
- أنواعٌ ثلاثةٌ باقيةٌ من الثدييّاتِ البيوضةِ. نوعان منها هما القنفذيّاتِ ومنقارُ البطِّ.
- تلدُ الكيسيّاتُ صغارَها حيَّةً، لكنَّ الصغارَ لا تكونُ تامَّةَ التطوّرِ عندَ الولادةِ. تنهي الصغارُ تطوُّرَها في كيسِ الأمِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلّةٍ: **الثدييّاتِ البيوضةِ، الثدييّاتِ الكيسيةَّ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من الميزاتِ التاليةِ هي مشتركةٌ بين الثدييّاتِ البيوضةِ والثدييّاتِ الكيسيَّةِ؟

أ. تفقسُ الصغارُ البيضَ.

ب. بعضُ الأنواعِ منهما تعيشُ في أمريكا الجنوبيَّةِ.

ج. ليس لإناثِها أثداءٌ.

د. تُنتِجُ الإناثُ لبنًا.

٣. اذكرْ نوعَيْن من الثدييّاتِ البيوضةِ.

٤. سمِّ نوعَي الثديياتِ الكيسيَّةِ.

٥. فيمَ تختلفُ الثدييّاتُ البيوضةُ عن جميعِ الثدييّاتِ الأخرى؟ وفيمَ تتشابهُ؟

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٦. ما النسبةُ المئويّةُ للثدييّاتِ البيوضةِ ضمنَ ٥٠٠٠ نوعٍ من الثدييّاتِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **مقارنة**: فيمَ تُشبهُ الثدييّاتُ البيوضةُ الطيورَ؟ وفيمَ تختلفُ عنها

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعة المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدة: الغدّةَ اللبنيةَ، الثدييّاتِ المشيميةَ، الثدييّاتِ الكيسيةَ، الثدييّاتِ البيوضةَ.

وضِّحِ المقصودَ بالمفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

٢. الحجابِ الحاجزِ.

٣. فترةِ الحمْلِ.

٤. الاستبدال.

٥. الريشِ الزغبيِّ.

٦. احتضانِ البيضِ.

٧. الريشِ المحيطيِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٨. كلٌّ من الطيورِ والزواحفِ:
أ. تضعُ البيضَ.
ب. تحضُنُ صغارَها.
ج. لها أكياسٌ هوائيَّةٌ.
د. لها ريشٌ.

٩. الثدييّاتُ فقط
أ. تستخدمُ الإخصابَ الداخليَّ.
ب. تُرضِعُ صغارَها.
ج. تضعُ البيضَ.
د. لها أسنانٌ.

١٠. أيٌّ من التالي **ليسَ** من الرئيسيّاتِ؟
أ. الأورانج أوتان.
ب. الإنسان.
ج. منقارُ البطِّ.
د. الشمبانزي.

١١. الثدييّاتُ البيوضةُ:
أ. لا غددَ لبنيَّةً لها.
ب. لا تهتمُّ بصغارِها.
ج. لا تلدُ صِغارَها حيَّةً.
د. لا شعرَ لها.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٢. كيف يساعدُ الريشُ المحيطيُّ والريشُ الزغبيُّ الطيورَ؟

١٣. ما أوجهُ الاختلافِ بينَ الطيورِ التي لا تطيرُ، والطيورِ المائيَّةِ، والطيورِ الجاثمةِ، والطيورِ الجارحةِ؟

١٤. ما الميزةُ التي مكَّنتِ الثدييّاتِ القديمةَ من البحثِ عن الغذاءِ ليلاً؟

١٥. صفْ طريقتَيْنِ تهدِّدُ بهما الحيواناتُ المستقدمَةُ إلى أستراليا الكيسيّاتِ المحليَّةَ.

١٦. أين تعيشُ معظمُ الكيسيّاتِ؟

١٧. ما علاقةُ الجهازِ الهضميِّ للطيرِ بقدرتِهِ على الطيرانِ؟

١٨. كيف تتوقَّعُ أن يكونَ الاختلافُ بين لبنِ أنواعِ الثدييّاتِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٩. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: الثدييّاتِ البيوضةِ ذواتِ الدمِ الحارِّ، طيورًا، ثدييّاتٍ، غددًا لبنيَّةً، ثدييّاتٍ مشيميةً، الكيسيّاتِ، ريشًا، شعرًا.

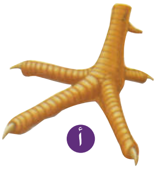
٢٠. **مقارنة:** أجنَّةُ الطيورِ والثدييّاتِ البيوضةِ تحصُلُ على الطاقةِ من محِّ البيضِ. كيف تحصُلُ أجنَّةُ الثدييّاتِ الكيسيّةُ والثدييّاتِ المشيميَّةِ على حاجتِها من الغذاءِ؟

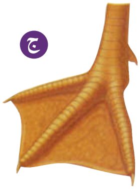
٢١. **استدلال:** أكثرُ الخفافيشِ والحوتيّاتِ تستخدمُ الصدى. لماذا لا تعتمدُ هذه الثدييّاتُ فقط على البصرِ وحدَهُ للصيدِ والإحساسِ ببيئاتِها المحيطةِ؟

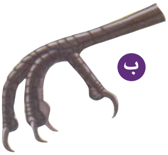
٢٢. **استدلال:** افترضْ أنَّكَ شاهدْتَ طيرًا يطيرُ فوقكَ، وله أقدامٌ جلديَّةٌ ومنقارٌ حادٌّ طويلٌ. ما المجموعةُ التي ينتمي إليها هذا الطيرُ في رأيكَ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

الرسومُ التوضيحيَّةُ التاليةُ تُظهرُ ثلاثةَ أنواعٍ مختلفةٍ من أقدامِ الطيورِ. استخدمْها للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تلي الرسومَ.







٢٣. أيُّ قدمٍ تعودُ، على الأغلبِ، إلى طيرٍ مائيٍّ؟ علِّلِ اختيارَكَ.

٢٤. أيُّ قدمٍ، على الأغلبِ، تعودُ إلى الطيورِ الجاثمةِ؟ علِّلِ اختيارَكَ.

٢٥. إلامَ تعودُ، في رأيكَ، القدمُ الباقيةُ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

الخط الزمني

الوَحدة

ج

مـوارِدُ الأرض

ستتعلَّمُ في هَذهِ الوَحدةِ عن أسرارِ تاريخِ الأرض، بما فيها الأحداثُ التي وقعَتْ، وكيفَ توصَّلَ العلماءُ إلى فهمٍ أفضلَ لكوكبِنا.

١٦٣٨

وُلِدَ في الدانمركِ نيكولاس ستينو، واضعُ مبدأ التعاقبِ الطبقيِّ.

١٨٩٦

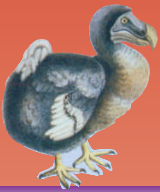
اكتشفَ هنري بيكوريل التحلُّلَ الطبيعيَّ لليورانيوم، مُمَهِّدًا لاستخدامِ العناصرِ المشعَّةِ «كساعاتٍ» لقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

١٩٥٨

بدأَ العملُ على القياسِ المستمرِّ لنسبةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ في الغلافِ الجوِّيِّ، لأنَّها ارتفعَتْ نتيجةً لحرقِ الوقودِ الأحفوريِّ.

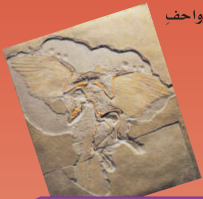
١٦٨١

بسببِ النشاطاتِ البشريّةِ انقرضَ طائرُ الدودو الذي لا يطيرُ.



١٨٦٠

تمَّ في ألمانيا اكتشافُ بقايا أحفوريّةٍ للآركايوبترِكس، وهو النوعُ الذي قد يُشكِّلُ همزةَ الوصلِ بينَ الزواحفِ والطيورِ.



١٩٤٧

طوَّرَ ويلارد ليبي طريقةً لتأريخِ الأشياءِ التي تعودُ إلى ما قبلَ التاريخِ، عبرَ استخدامِ الكربونِ المُشِعِّ.

١٩٨٦

وقعَ حادثُ تشرنوبيلَ النوويُّ الذي أدّى إلى مقتل ٣١ شخصًا، ناهيك بتعرُّض ٦٠٠٠٠٠ شخصٍ للإشعاعاتِ النوويّةِ.

١٩٩٣

استخرجَ الدكتورُ جورج بويز حمضًا نوويًّا من أنسجةِ حشرةٍ عمرُها ١٢٥ مليونَ سنةٍ كانَتْ محبوسةً في قطعةِ كهرمانَ وُجِدَتْ في لبنانَ.

الفصل

٧

سجلُّ الصخورِ والأحافيرِ

الفكرةُ الرئيسةُ

تساعدُنا دراسةُ سجلِّ الصخورِ والأحافيرِ على فهمِ تاريخِ الأرضِ وتاريخِ الحياةِ عليها.

القسم

١ معرفةُ تاريخِ الأرضِ ١٣٠

٢ العمرُ النسبيُّ ١٣٤

٣ العمرُ المُطلقُ ١٤٠

٤ النظرُ في الأحافيرِ ١٤٤

٥ عمرُ الأرضِ ١٥٠

حولَ الصورة

هذه الأحفورةُ لبيتروصور قصيرِ الذيلِ يُعرفُ بالزاحفِ المجنَّح. وقد حُفظَتْ أجزاءٌ من جسمِه ورقبتِه الثعبانيَّة. تعودُ هذه الأحفورةُ إلى ٥٠ مليون سنة. وقد اكتشفَتْ في إيشتات الألمانيَّة، وحُفظَتْ في متحفِها.

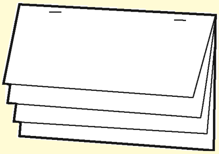
نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتابٌ من طبقات:

قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الكتابِ من طبقات**.

ثم ضعْ على البطاقاتِ عناوينَ أبوابِ الكتابِ: «الأحافيرُ» و«الزمنُ الجيولوجيّ». أثناءَ قراءةِ الفصلِ، سجِّلْ تحتَ العنوانِ المناسبِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلِّ بابٍ من الأبوابِ المصنَّفةِ.



نشاطٌ استهلاليٌّ

تكوُّنُ الأحافيرِ

كيفَ يتعلَّمُ العلماءُ من الأحافيرِ؟ في هذا النشاطِ ستدرسُ «الأحافيرَ» وتحدِّدُ مما تكوَّنَ كلُّ أحفورةٍ.

الخُطوات

١. ستُعطى مع ثلاثةٍ من زملائِكَ أو أربعةٍ **بضعَ قطعٍ** من **المعجونِ** لصنعِ النماذجَ، **وكيسَ ورقٍ** فيه بعضُ **الأشياءِ الصغيرةِ**.

٢. اغرزْ كلَّ قطعةٍ من هذهِ الأشياءِ على قطعةِ المعجونِ، واضغطْ عليها بشدَّةٍ. حاولْ أن تجعلَها تتركُ أثرَ «أحفورةٍ» يُظهرُ أكثرَ ما يمكنُ من تفاصيلِها.

٣. بعدَ أن تنتهيَ من أخذِ أثرٍ مطبوعٍ لكلِّ قطعةٍ من هذه الأشياءِ، تبادلْ معَ زملائِكَ نماذجَ الأحافيرِ.

٤. صفْ أحافيرَكَ على **ورقةٍ**، وعدِّدْ ما استطعْتَ من تفاصيلِها. ما الأنماطُ التي تلاحظُها؟

٥. اعملْ ضمنَ فريقٍ لتحديدِ كلِّ أحفورةٍ، وتحقَّقْ من نتائجِك. هلْ كنْتَ على صوابٍ؟

التحليل

١. أيُّ نوعٍ من التفاصيلِ كانَ مُهمًّا أثناءَ تحديدِ هويَّةِ الأحافيرِ؟ ما التفاصيلُ التي لم تُحفظْ في الأثرِ المطبوعِ للأحفورةِ؟ مثلاً، هلْ يُمكنُكَ أن تميِّزَ الموادَّ التي تتألَّفُ منها الأشياءُ التي استخدمْتَها كأحافيرَ، أو أن تميِّزَ ألوانَها؟

٢. وضّحْ كيفَ يتّبعُ العلماءُ طرقًا مماثلةً عندَما يدرسونَ الأحافيرَ.

القسمُ
١

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يقارنُ بينَ مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ ومبدأ الكارثيَّة.
- يصفُ كيفَ تغيَّرتْ علومُ الأرضِ منذُ مئتَيْ سنةٍ.
- يوضِّحُ دورَ علم الحفريّاتِ القديمةِ في دراسةِ تاريخِ الأرضِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الوتيرةُ الواحدةُ

الكارثيَّةُ

الباليونتولوجيا

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءَةِ هذا القسمِ، ضعْ جدولاً يقارنُ بينَ الوتيرةِ الواحدةِ والكارثيَّةِ.

معرفةُ تاريخِ الأرضِ

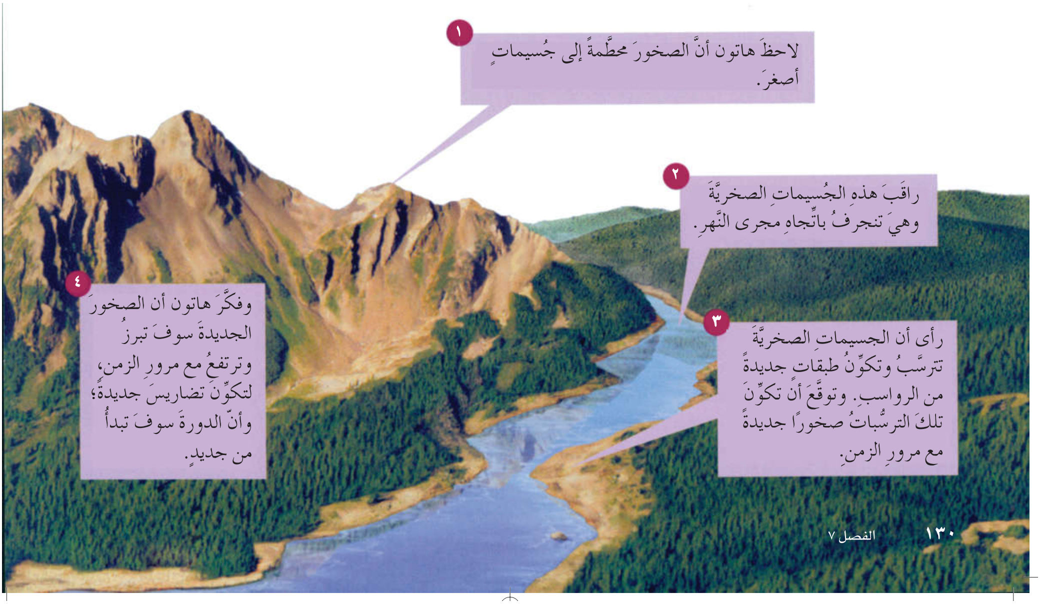
كيفَ تتكوَّنُ الجبالُ؟ كيفَ يتكوَّنُ الصخرُ الجديدُ؟ كمْ يبلغُ عمرُ الأرضِ؟ هل سبقَ أن طرحتَ هذه الأسئلةَ؟ هذا ما فعلَهُ مزارعٌ وعالمٌ اسكوتلنديٌّ يُدعى جيمسْ هاتون، منذ ٢٥٠ سنةً تقريبًا.

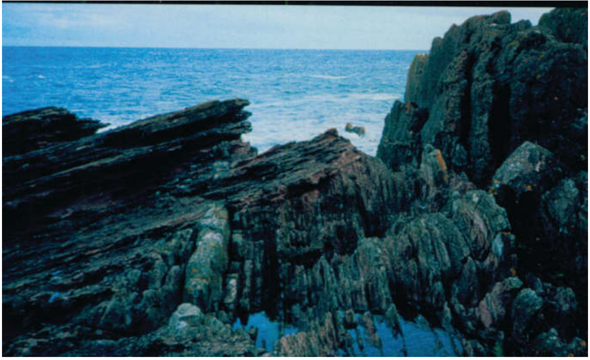
أمضى هاتون أكثرَ من ثلاثينَ سنةً يدرسُ تكويناتِ الصخورِ في اسكوتلندا وإنكلترا، ليجدَ إجاباتٍ عن أسئلتِه. فأسَّسَ علمَ الجيولوجيا الحديثةِ.

مبدأُ الوتيرةِ الواحدةِ

في العامِ ١٧٨٨ جمعَ جيمسُ هاتون ملاحظاتِه وكتبَ مؤلَّفَه نظريَّةُ الأرضِ معلنًا فيه أنَّ الحاضرَ مفتاحُ الماضي. هذا يعني، أن العمليّاتِ التي نرصدُها اليومَ، كالانجرافِ والترسُّبِ، تبقى متشابهةً، أو لا تتغيَّرُ مع مرورِ الزمنِ. ويُسمّى هذا الافتراضُ اليومَ الوتيرةَ الواحدةَ. **الوتيرةُ الواحدةُ** **Uniformitarianism** هيَ الفكرةُ القائلةُ بأنّ العمليّاتِ الجيولوجيَّةَ الّتي تُحدِّدُ شكلَ الأرضِ اليومَ هي نفسُها العمليّاتُ التي كانَتْ فاعلةً على مرِّ تاريخِ الأرضِ. يُظهرُ **الشكلُ ١** كيفَ طوَّرَ هاتونُ هذه الفكرةَ.

الشكلُ ١ لاحظَ هاتون تغيُّرًا جيولوجيًّا مُتشابهًا ومتدرِّجًا.


١
لاحظَ هاتون أنَّ الصخورَ محطَّمةً إلى جُسيماتٍ أصغرَ.
٢
راقبَ هذهِ الجُسيماتِ الصخريَّةَ وهيَ تنجرفُ باتِّجاهِ مجرى النَّهرِ.
٣
رأى أن الجسيماتِ الصخريَّةَ ترسَّبُ وتكوِّنُ طبقاتٍ جديدةً من الرواسبِ. وتوقَّعَ أنْ تكوِّنَ تلكَ الترسُّباتُ صخورًا جديدةً مع مرورِ الزمنِ.
٤
وفكَّرَ هاتون أنَّ الصخورَ الجديدةَ سوفَ تبرزُ وترتفعُ مع مرورِ الزمنِ، لتكوِّنَ تضاريسَ جديدةً؛ وأنَّ الدورةَ سوفَ تبدأُ من جديدٍ.



الشكلُ ٢ تظهرُ هذه الصورةُ «سيكار بوينت» على ساحلِ اسكوتلندا، وهو أحدُ المواقعِ التي عاينَ فيها هاتون نتائجَ العمليّاتِ الجيولوجيَّةِ التي قادتْهُ فيما بعد إلى وضعِ مبدأ الوتيرة الواحدةِ.

الوتيرةُ الواحدةُ مقابلَ مبدأ الكارثيَّةِ

أثارَتْ نظريّاتُ هاتون جدلاً علميًّا، لأنها أوحَتْ بأنَّ الأرضَ أقدمُ بكثيرٍ مما كانَ يُعتقدُ سابقًا. ففي زمنِ هاتون كانَ معظمُ الناسُ يعتقدونَ بأنَّ عمرَ الأرضِ بضعةُ آلافٍ من السنينَ. هذهِ الآلافُ القليلةُ من السنينَ لا تكفي لإتمامِ العمليّاتِ الجيولوجيَّةِ المتدرِّجةِ الّتي وصفَها هاتون باعتبارِها العمليّاتِ التي شكَّلَتْ كوكبَنا. فالصخورُ التي عاينَها في موقعِ «سيكار بوينت»، والظاهرةُ في **الشكل ٢**، صخورٌ ترسَّبَتْ ثم تعرَّضَتْ للطيٍّ، ممّا يدلُّ على تاريخٍ جيولوجيٍّ مديدٍ. لكنَّ معظمَ العلماءِ كانوا، في تفسيرِهم لتاريخِ الأرضِ، منحازين لمبدأ **الكارثيَّةِ** Catastrophism، وهو المبدأُ القائلُ بأنَّ كلَّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةِ تحدثُ فجأةً. فقدْ كانوا يظنّونَ أنَّ تضاريسَ الأرضِ، كالجبالِ والأخاديدِ والبحارِ، تكوَّنَتْ أثناءَ أحداثٍ فجائيَّةٍ نادرةٍ تُسمّى الكوارث؛ وأنَّ هذهِ الأحداثَ التي من الصعبِ على الإنسانِ تخيُّلُها، تسبَّبَتْ في تغيُّراتٍ جيولوجيةٍ متسارعةٍ شملَتْ مناطقَ شاسعةً، وكانَتْ أحيانًا على نطاقٍ عالميٍّ.

الوتيرةُ الواحدةُ: مبدأٌ يقولُ بأنّ العمليّاتِ الجيولوجيَّةَ التي حدثَتْ في الماضي يمكنُ تفسيرُها بالعمليّاتِ الجيولوجيَّةِ التي تحدثُ اليومَ.

الكارثيَّةُ: مبدأٌ يقولُ بأن التغيُّرَ الجيولوجيَّ يحدثُ فجأةً.

تحقَّقْ

كيفَ كانتْ وتيرةُ التغيُّرِ الجيولوجيِّ بحسبِ مؤيِّدي مبدأ الكارثيَّةِ؟

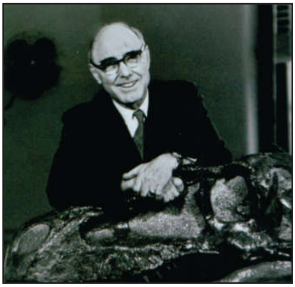
انتصارُ لمبدأ الوتيرةِ الواحدةِ

على الرُّغمِ مما حقَّقَتْهُ أبحاثُ هاتون، فإنَّ مبدأَ الكارثيَّةِ قد ظلَّ المبدأَ الموجِّهَ لعلمِ الجيولوجيا طوالَ عقودٍ من الزمنِ. ولم يبدأ المعنيّونَ بالنظرِ جدّيًّا في مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ كمبدأ موجِّهٍ للجيولوجيا، إلاّ بعدَ نتائجِ الأبحاثِ التي أجراها عالمُ الجيولوجيا تشارلز لايل.

فقد وضعَ لايل في فترةِ ١٨٣٠ – ١٨٣٣، ثلاثةَ مجلَّداتٍ، نُشرَتْ كلَّها تحتَ عنوانٍ واحدٍ هو مبادئُ **الجيولوجيا**، أعادَ فيها طرحَ مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ. ونجحَ في تحدّي مبدأ الكارثيَّةِ، مُتسلِّحًا بملاحظاتِ هاتون وبأدلَّةٍ جديدةٍ جمعَها بنفسِه. ولم يجدْ لايلُ سببًا يدعوه إلى الشكِّ في حقيقةِ أنَّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةَ الكبرى حدثَتْ في الماضي بالوتيرةِ نفسِها التي تحدثُ بها في الحاضرِ، أي بالتَّدرُّجِ.

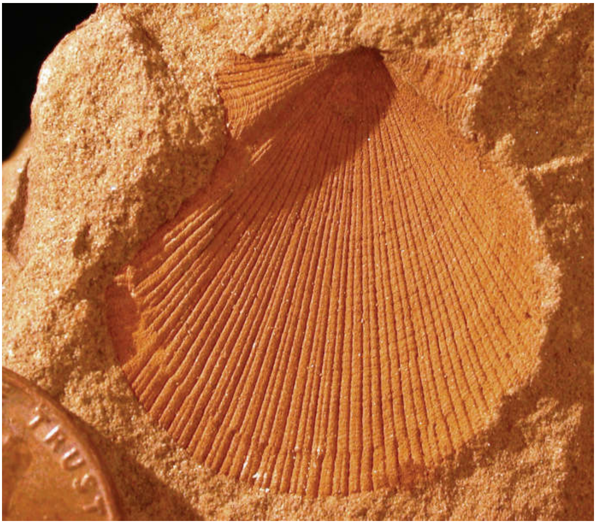
علمُ الحياةِ الغابرة: الباليونتولوجيا

يبقى تاريخُ الأرضِ ناقصًا إذا افتقرَ إلى معرفةِ الكائناتِ الحيَّةِ التي سَكَنَتْ كوكبَنا، والظروفِ الّتي عاشَتْ فيها. والعلمُ الذي يدرسُ الحياة الغابرة يُسمّى **الباليونتولوجيا** Paleontology. يعتمدُ الباليونْتولوجيّون في جمعِ معلوماتِهِم على دراسةِ الأحافير. والأحافيرُ بقايا كائناتٍ حيَّةٍ حفظَتْها عمليّاتٌ جيولوجيَّةٌ. بعضُ الباليونتولوجيّينَ يتخصَّصون في دراسةِ كائناتٍ حيَّةٍ معيَّنةٍ. فباليونْتولوجيُّ اللافقاريّاتِ يدرسُ الحيواناتِ التي ليسَ لها عمودٌ فقريٌّ، في حين أن باليونتولوجيَّ الفقاريّاتِ يدرسُ الحيواناتِ ذاتَ السلسلةِ الفقريَّة، مثلَ العالمِ المبيَّن في **الشكلِ ٣**. وهناكَ علماءُ الحفريّاتِ النباتيَّةِ الذينَ يدرسونَ الأحافيرَ النباتيَّة؛ وعلماءُ البيئةِ القديمةِ الذينَ يعيدون بناءَ النظمِ البيئيَّة، ويدرسونَ الآثارَ التي خلَّفَتْها الحيواناتُ، ويعيدون تركيبَ الظروفِ التي تكوَّنتْ فيها الأحافيرُ. وكما ترى، فإنَّ دراسةَ الحياةِ الغابرةِ متنوِّعةٌ ومعقَّدةٌ كتنوُّعِ تاريخِ الأرضِ نفسِها.



الشكلُ ٣ كانَ أودين كولبرت باليونتولوجيَّ فقاريّاتٍ في القرنِ العشرينَ. قدّمَ إسهاماتٍ مهمّةً لدراسةِ الديناصورات.

الباليونتولوجيا: الدراسةُ العلميَّةُ للأحافير.



الشكلُ ٤ تُساعدُ الأحافيرُ العلماءَ على دراسةِ الحياةِ الغابرةِ.

القسمُ
٢

العمرُ النسبيُّ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ كيفَ يُستخدمُ العمرُ النسبيُّ في الجيولوجيا.
- يشرحُ مبدأَ تعاقبِ الطبقاتِ.
- يصفُ كيفَ يُستخدمُ القطاعُ الجيولوجيُّ في العمرِ النسبيِّ.
- يحدّدُ حدثَيْن يصدّعانِ طبقاتِ الصخورِ.
- يوضّحُ كيفَ تُستخدمُ المعالمُ الفيزيائيَّةُ لتحديدِ الأعمارِ النسبيَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

العمرُ النسبيُّ
تعاقبُ الطبقاتِ
القطاعُ الجيولوجيُّ
عدمُ التوافقِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِه الأساسيَّةِ مُستخدمًا عناوينَه.

تخيَّلْ أنك ضابطُ تحرّياتٍ تحقِّقُ في مسرحِ جريمةٍ. ما هو أوَّلُ شيءٍ ستفعلُهُ؟

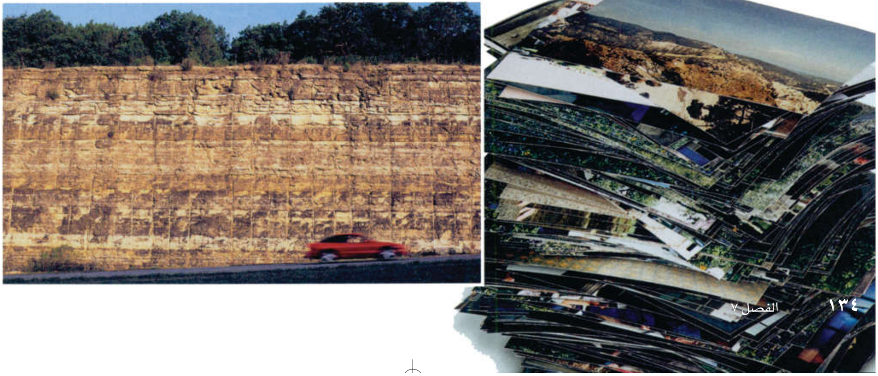
قد تباشرُ العملَ في رفعِ البصماتِ أو البحثِ عن شهودٍ. وستحاولَ أن تتوصَّلَ إلى فهمٍ لتسلسلِ الأحداثِ التي حصلَتْ قبلَ أن تقعَ الجريمةُ.

إنَ للجيولوجيّينَ هدفًا مشابهًا، عندما يحققّونَ لاكتشافِ معلوماتٍ وحقائقَ عنِ الكرةِ الأرضيَّةِ. فهم يسعونَ إلى تحديدِ التسلسلِ الذي حصلَتْ بهِ الأحداثُ على مرِّ تاريخِ كوكبِ الأرضِ. لكنْ، عوضًا عن الاعتمادِ على البصماتِ والشهودِ، يعتمدُ العلماءُ على الصخورِ والأحافيرِ التي تساعدُهم في تحقيقاتِهم. وعمليةُ ترتيبِ الأحداثِ بحسبِ حدوثِها بعضِها بالنسبةِ إلى بعضٍ دونَ أن نحدِّدَ متى وقعَتْ أو كم من الزمنِ انقضى على حدوثِها، تُسمّى **العمرَ النسبيَّ** **Relative dating**.

مبدأُ تعاقبِ الطبقاتِ

افترضْ أن شقيقًا لك يكبرُكَ سنًّا، يكثُرُ من التقاطِ الصورِ لأفرادِ العائلةِ ويجمعُها في علبةٍ، بعضَها فوقَ بعضٍ. وافترضْ أنه لم يكفَّ طوالَ السنينَ، عن إضافةِ صورٍ جديدةٍ إلى مجموعتِهِ في العلبةِ. فكِّرْ في تاريخِ العائلةِ المسجَّلِ في هذه الصورِ. ما الصورُ الأقدمُ عهْدًا؟ الصورُ التي التقطَها لك شقيقُكَ عندما كنْتَ طفلاً رضيعًا. وما الصورُ الأحدثُ عهدًا؟ تلكَ التي التقطَها لكَ في الأسبوعِ الماضي.

إنّ طبقاتِ الصخورِ الرسوبيَّةِ، كهذِهِ المبيَّنةِ في **الشكل ١**، أشبهُ بالصورِ المجموعةِ في العلبةِ. فكلما انتقلْتَ من أعلى إلى أسفلَ، تكونُ الطبقاتُ أكثرَ قِدمًا. والمبدأُ الذي يقولُ بأنَّ الصخورَ الأحدثَ عهدًا تقعُ فوقَ الصخورِ الأقدمِ بتعاقبٍ لا يشوبُهُ خللٌ، يُسمّى مبدأَ **تعاقبِ الطبقاتِ** **Superposition**. تكونُ كلُ طبقةٍ أحدثَ من الطبقةِ الموجودةِ تحتَها ما لم تتعرَّضْ لعواملِ طيٍّ شديدةٍ أو تصدُّعٍ قويٍّ، تغيِّرُ من تتابعِها الأصليِّ.



الشكل ١ طبقاتُ الصخورِ شبيهةٌ بالصورِ التي تُكدَّسُ على مرِّ الزمنِ. الأحدثُ منها تقعُ فوقَ الأقدمِ.

قُوًى تؤدِّي إلى عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقُبِ الطبقاتِ

ليسَتْ كلُّ طبقاتِ الصخورِ مرتَّبةً من أسفلَ إلى أعلى، على أساسِ تعاقُبِ الأحدثِ فوقَ الأقدمِ. فهناكَ قُوًى في داخلِ الأرضِ تُخلُّ بهذا التعاقبِ لبعضِ الطبقاتِ الصخريَّةِ. هذه القوى تستطيعُ أن تؤدِّي إلى إمالةِ الطبقاتِ الصخريَّةِ أو طيِّها، وإلى كسرِ نظامِ تعاقُبِها، لتحوِّلَها إلى كتلٍ متحرِّكةٍ. أحيانًا يجدُ الجيولوجيّونَ أنَّ نظامَ التعاقبِ لبعضِ الطبقاتِ الصخريَّةِ مقلوبًا رأسًا على عقبٍ. هذا الإخلالُ بمبدأ تعاقُبِ الطبقاتِ الصخريَّةِ يضعُ تحدِّيًا أمامَ الجيولوجيّينَ الذينَ يحاولونَ تحديدَ الأعمارِ النسبيَّةِ للصخورِ. ولحُسنِ الحظِّ، يستطيعُ الجيولوجيّونَ الاستعانةَ بأداةٍ مهمَّةٍ جدًّا، هي القطاعُ الجيولوجيُّ.

العمرُ النسبيُّ: ترتيبُ الأحداثِ بحسبِ حدوثِها بعضِها بالنسبةِ إلى بعضٍ، دون أن نحدِّدَ متى وقعَتْ أو كم من الزمنِ انقضى على حدوثِها.

تعاقُبُ الطبقاتِ: مبدأٌ يقولُ بأنَّ الصخورَ الأحدثَ عهدًا تقعُ فوقَ الصخورِ الأقدمِ، ما لم يخلَّ شيءٌ بتتابعِها الأصليِّ.

القطاعُ الجيولوجيُّ: ترتيبٌ لطبقاتٍ صخريَّةٍ بحيثُ تكونُ فيه الطبقاتُ الصخريَّةُ الأقدمُ في الأسفلِ.

القطاعُ الجيولوجيُّ

لتسهيلِ عملِهم، يجمعُ الجيولوجيّونَ معلوماتٍ من كلِّ مواقعِ الأرضِ المعروفةِ بطبقاتِها الصخريَّةِ التي لم يتعرَّضْ تعاقبُها الطبقيُّ للاختلالِ. من هذهِ المعلوماتِ، يضعُ الجيولوجيّونَ القطاعَ الجيولوجيَّ، كما نرى في **الشكل ٢**. **القطاعُ الجيولوجيُّ** Geologic column تسلسلٌ مثاليٌّ لطبقاتِ الصخورِ التي تتضمَّنُ كلَّ الأحافيرِ والتكويناتِ الصخريَّةِ المعروفةِ على الأرضِ، مرتَّبةً بالتسلسلِ من الأقدمِ إلى الأحدثِ.

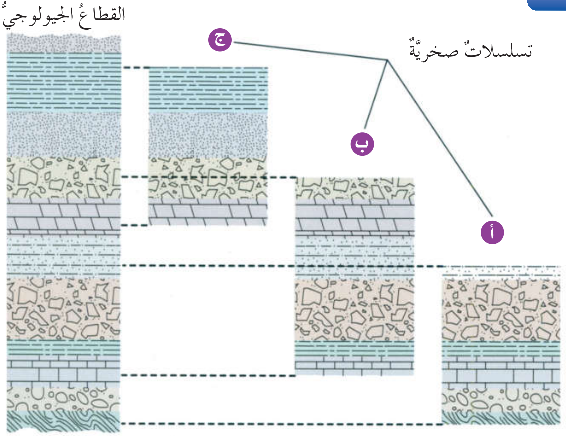
يعتمدُ الجيولوجيّونَ على القطاعِ الجيولوجيِّ لتفسيرِ تسلسُلِ طبقاتِ الصخورِ، كما يستخدمونَهُ لتحديدِ طبقاتٍ صخريَّةٍ مرتَّبةٍ بنظامِ تعاقُبٍ مثيرٍ للحيرةِ.

تحقَّقْ

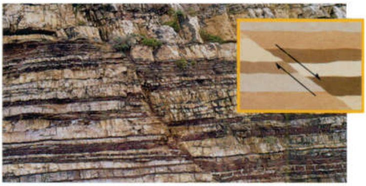
اذكرْ طريقتَيْنِ يستخدمُ فيهما الجيولوجيّونَ القطاعَ الجيولوجيَّ.

الشكل ٢ بناءُ القطاعِ الجيولوجيِّ

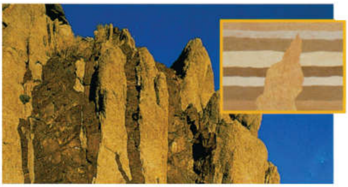
ترى هنا ثلاثةَ تسلسلاتٍ صخريَّةٍ (**أ**، **ب**، و**ج**) من ثلاثةِ مواقعَ مختلفةٍ. بعضُ طبقاتِ الصخورِ تظهرُ في أكثرَ من تسلسلٍ واحدٍ. يبني الجيولوجيّونَ القطاعَ الجيولوجيَّ بدمجِ تسلسلاتِ طبقاتٍ صخريَّةٍ متعاقبةٍ زمنيًّا من أنحاءِ العالَمِ.



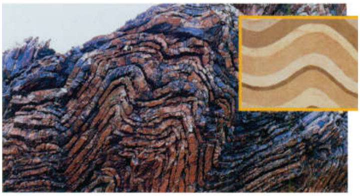
الشكلُ ٣ كيف يختلُّ تراكبُ طبقاتِ الصخور



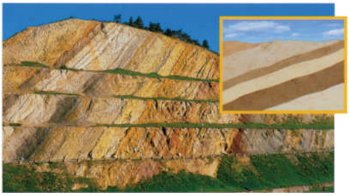
الصدعُ انكسارٌ في القشرةِ الأرضيَّةِ، تنزلقُ على طولِه كتلٌ من القشرةِ، الواحدةُ بالنسبةِ إلى الأخرى.



الاندساسُ صخرٌ منصهرٌ يشقُّ طريقَهُ إلى داخلِ صخرٍ موجودٍ ويبردُ فيه.



الطّيُّ يحدثُ الطيُّ عندَما تنثني طبقاتُ الصخورِ وتتحدَّبُ بفعلِ قوًى داخليَّةٍ في الأرضِ.



المَيلُ يحدثُ المَيلُ حينَ تتحدَّرُ طبقاتُ الصخرِ وتُصبحُ مائلةً بفعلِ قوًى داخليَّةٍ.

الحالاتُ التي تشكِّلُ عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقبِ الطبقاتِ

هناكَ تراكيبُ جيولوجيَّةٌ ثانويَّةٌ يؤدّي تكوُّنُها إلى تغيُّرِ نظامِ التتابعِ الذي ترسَّبَتْ عليه الطبقاتُ، وتُشكِّلُ هذه الحالاتُ عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقبِ الطبقاتِ لتحديدِ العمرِ النسبيِّ الصحيحِ، كالصدوعِ والاندساساتِ الناريَّةِ.

أحداثٌ تعيقُ تطبيقَ مبدأ تعاقبِ طبقاتِ الصخرِ

يفترضُ الجيولوجيّونَ أن طريقةَ ترسُّبِ الرواسبِ لتكوِّنَ طبقاتِ الصخورِ بشكلٍ أفقيٍّ، لم تتغيَّرْ عبرَ الزمنِ. بالاستنادِ إلى هذا المبدأ، نقولُ: إذا لم تكنْ طبقاتُ الصخرِ أفقيَّةً في تعاقبِها أو ترتيبِها، فهذا يعني أن شيئًا قد أخلَّ بهما بعدَ تكوُّنِها. يسمحُ هذا المبدأُ للجيولوجيّينَ بتحديدِ العمرِ النسبيِّ لطبقاتِ الصخورِ، والأحداثِ التي اختلَّ ترتيبُها.

يمثِّلُ الطيُّ والميلُ والصدوعُ والاندساساتُ أنواعًا من الأحداثِ التي أخلَّتْ بتراكبِ طبقاتِ الصخورِ. ويُبيِّنُ **الشكلُ ٣** نتائجَ الطيِّ والميلِ في طبقاتِ الصخورِ.

فجواتٌ في القطاعِ: عدمُ التوافق

يمكنُ للصدوعِ، والاندساساتِ الصخريَّةِ، وتأثيراتِ الطيِّ والمَيلِ، أنْ تُشكِّلَ تحدِّيًا لعمليةِ تأريخِ الصخورِ. بالإضافةِ إلى ذلك تكونُ هناكَ أحيانًا طبقاتٌ صخريَّةٌ مفقودةٌ كليًّا في القطاعِ الجيولوجيِّ. لنفكِّرْ في الأمرِ بطريقةٍ أخرى: لنفترضْ أنّكَ تجمعُ أعدادَ الصحيفةِ الّتي تقرأُها يوميًّا، فتُكدِّسُها الواحدةَ فوقَ الأخرى بعدَ أن تفرغَ من قراءتِها. دعْنا الآنَ نفترضْ أنكَ تريدُ أن تراجعَ الصحيفةَ التي طالعْتَها قبلَ عشرةِ أيّامٍ، وأنك تعرفُ أنَّ هذا العددَ ينبغي أن يكونَ العاشرَ ضمنَ المجموعةِ المُكدَّسةِ. لكنَّكَ تبحثُ عنهُ فلا تجدُهُ. ماذا حدث؟ ربّما غابَ عن بالكَ يومذاكَ، أن تضعَ الصحيفةَ في مكانِها مع المجموعةِ المكدَّسةِ. والآنَ، تخيَّلْ طبقةً صخريَّةً مفقودةً عوضًا عن عددِ الصحيفةِ المفقودِ.

عدمُ التوافق: انقطاعٌ في القطاعِ الجيولوجيِّ ينشأُ حينَ تتعرّى طبقاتُ الصخورِ، أو حينَ يتوقَّفُ ترسُّبُ الرواسبِ لفترةٍ طويلةٍ من الزمنِ.

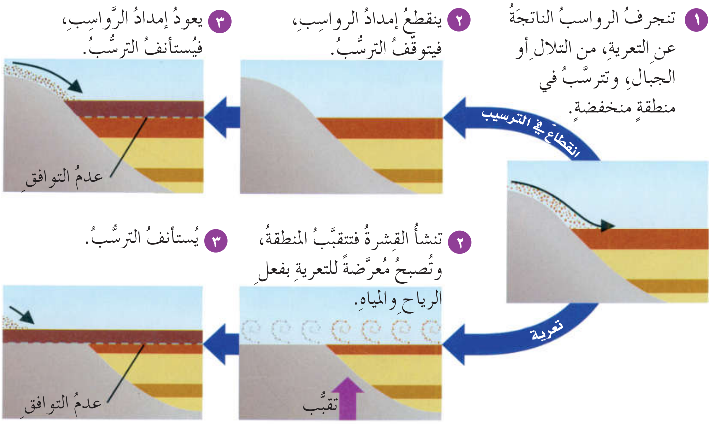
الأدلَّةُ المفقودةُ

تُحدثُ الطبقاتُ الصخريَّةُ المفقودةُ انقطاعًا في نظامِ تعاقُبِ الطبقاتِ الصخريَّةِ، يُسمّى عدمَ التوافق. **عدمُ التوافق** **Unconformity** سطحٌ بينَ انقطاعٍ في الترسيبِ أو تعريةٍ بينَ مجموعتَيْنِ من الطبقاتِ، يمثِّلُ زمنًا مفقودًا، أو صخورًا مختلفةً من القطاعِ الجيولوجيِّ. لذلكَ، حينَ يعثرُ الجيولوجيّونَ على عدمِ توافقٍ، يكونُ عليهمِ أن يتساءلوا عمّا إذا كانَتْ هذه «الطبقةُ المفقودةُ» قدْ وُجدتْ في وقتٍ من الأوقاتِ، ثمَّ أزيلَتْ بطريقةٍ ما، أم أنّها لم تكنْ موجودةً إطلاقًا. يوضِّحُ **الشكلُ ٤** كيفَ أنَّ **عدمَ التوافقِ** ينشأُ من كلا **التعريةِ** و**انقطاعِ الترسيبِ**، أي توقُّفِ الترسُّبِ، حينَ ينقطعُ الإمدادُ بالرواسبِ.

تحقَّقْ

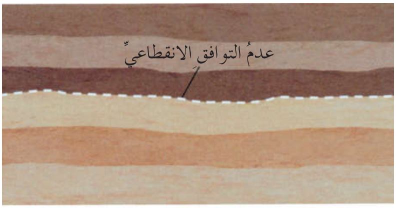
عرِّفْ مفردة عدمِ التوافقِ.

الشكلُ ٤ كيفَ يتكوَّنُ عدمُ التوافقِ


١ تنجرفُ الرواسبُ الناتجةُ عن التعريةِ، من التلالِ أو الجبالِ، وتترسَّبُ في منطقةٍ منخفضةٍ.
انقطاعٌ في الترسيب
٢ ينقطعُ إمدادُ الرواسبِ، فيتوقّفُ الترسُّبُ.
٣ يعودُ إمدادُ الرّواسبِ، فيُستأنفُ الترسُّبُ.
عدمُ التوافق
تعرية
٢ تنشأُ القشرةُ فتتقبَّبُ المنطقةُ، وتُصبحُ مُعرَّضةً للتعريةِ بفعلِ الرياحِ والمياهِ.
تقبُّب
٣ يُستأنفُ الترسُّبُ.
عدمُ التوافق

حالاتُ عدمِ التوافقِ

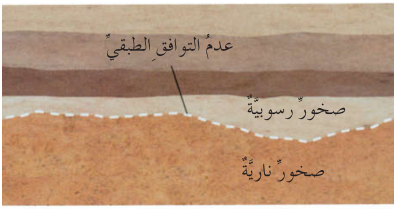
تتكوَّنُ معظمُ أنواعِ عدمِ التوافقِ من جرّاءِ التعريةِ وانقطاعِ الترسيبِ. لكنَّ عواملَ أُخرى يُمكنُها أن تعقِّدَ الأمورَ. لذلك، ومن أجلِ تسهيلِ دراسةِ هذهِ الظاهرَةِ، يُصنِّفُ الجيولوجيّونَ أنواعَ عدمِ التوافقِ في ثلاثِ فئاتٍ رئيسةٍ، هي: عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ، وعدمُ التوافقِ الطبقيِّ، وعدمُ التوافقِ الزاويِّ. وفي الأشكالِ الثلاثةِ إلى اليمينِ، رسومٌ توضيحيَّةٌ لهذهِ الفئاتِ الرئيسةِ.



الشكلُ ٥ يوجدُ عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ حيثُ ينقصُ جزءٌ من تسلسلِ طبقاتِ صخورٍ متوازيةٍ.

عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ

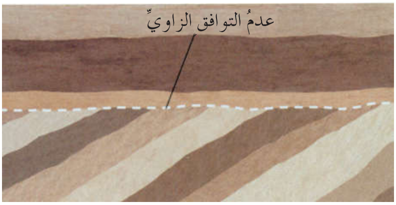
إنَّ عدمَ التوافقِ الانقطاعيِّ الذي يُظهرُهُ الرسمُ التوضيحيُّ في **الشكلِ ٥**، هو أكثرُ أنواعِ عدمِ التوافقِ شيوعًا. يوجدُ **عدمُ التوافقِ الانقطاعيُّ** هذا في مواقعَ تكونُ فيها كتلةٌ من الطبقاتِ الصخريَّةِ مفقودةً من تسلسلٍ لطبقاتٍ صخريَّةٍ متوازيةٍ. يتكوَّنُ هذا النوعُ من عدمِ التوافقِ الطبقيِّ على النحوِ التالي: ترتفعُ كتلةٌ من تسلسلٍ لطبقاتٍ صخريَّةٍ وتتقبَّبُ. ولا تلبثُ التعريةُ أن تُفتِّتَ الطبقاتِ الصخريَّةَ العليا الأحدثَ ترسُّبًا في هذهِ الكتلةِ وتُزيلُها، فتنجرفُ الموادُّ المُفتَّتةُ وتترسَّبُ في مكانٍ آخرَ. وفي وقتٍ ما، بعدَ هذهِ العمليَّةِ، تستأنفُ عمليَّةُ الترسُّبِ وتدفنُ الرواسبُ السطحَ القديمَ الذي تعرَّضَ للتعريةِ. وبذلكَ، يُظهرُ عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ الناتجُ عنِ العمليَّةِ مكانَ حدوثِ التعريةِ والطبقاتِ الصخريَّةِ المفقودةِ. هذا النوعُ يُمثِّلُ آلافَ السنينَ، وربَّما ملايينَ السنينَ، من الزمنِ المفقودِ.



الشكلُ ٦ يوجدُ عدمُ التوافقِ الطبقيِّ حيثُ تقعُ طبقاتُ صخورٍ رسوبيَّةٍ فوقَ سطحِ تعريةٍ لصخورٍ ناريَّةٍ أو متحوِّلةٍ غيرِ طبقيَّةٍ.

عدمُ التوافقِ الطبقيِّ

يُظهرُ **الشكلُ ٦** رسمًا توضيحيًّا لنوعِ عدمِ التوافقِ الطبقيِّ. وعدمُ **التوافقِ الطبقيِّ** يوجدُ في مواقعَ تكونُ فيها طبقاتٌ من الصخورِ الرسوبيَّةِ متراكبةً أفقيًّا فوقَ سطحٍ لصخورٍ اندساسيَّةٍ ناريَّةٍ أو متحوِّلةٍ أقدمَ ترسُّبًا، تعرَّضَ لعمليَّةِ تعريةٍ.



الشكلُ ٧ يوجدُ عدمُ التوافقِ الزاويِّ بينَ طبقاتِ صخورٍ أفقيَّةٍ وطبقاتٍ أُخرى مائلةٍ أو مطويَّةٍ.

عدمُ التوافقِ الزاويِّ

يُظهرُ **الشكلُ ٧** نوعَ عدمِ التوافقِ الزاويِّ. وعدمُ **التوافقِ الزاويِّ** يوجدُ بينَ طبقاتِ صخورٍ رسوبيَّةٍ متراكبةٍ أفقيًّا وطبقاتٍ صخريَّةٍ تعرَّضَتْ للميلِ أو الطيِّ. هذهِ الطبقاتُ المائلةُ أو المطويَّةُ تعرَّضَتْ لعمليَّةِ تعريةٍ قبلَ أن تتكوَّنَ فوقَها الطبقاتُ الأفقيَّةُ. تمثِّلُ عدمُ التوافقاتِ الزاويَّةِ ملايينَ السنينَ من الزمنِ المفقودِ.

تحقَّقْ

صفْ كلَّ نوعٍ من أنواعِ عدمِ التوافقِ الرئيسةِ.

القسمُ ٣

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ يحدثُ الانحلالُ الإشعاعيُّ.
- يفسِّرُ علاقةَ الانحلالِ الإشعاعيِّ بالتأريخِ الراديومتريِّ.
- يميزُ أربعةَ أنواعٍ من التأريخِ الراديومتريِّ.
- يحدِّدُ أنسبَ نوعٍ من التأريخِ الراديومتريِّ لاستخدامِهِ في تأريخِ جسمٍ ما.

المفرداتُ والمفاهيم

العمرُ المطلقُ

النظير

الانحلالُ الإشعاعيُّ

التأريخُ الراديومتريُّ الإشعاعيُّ

عمرُ النصفِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ ضعْ خريطةَ مفاهيمَ، مستخدمًا المفرداتِ أعلاه.

العمرُ المطلقُ

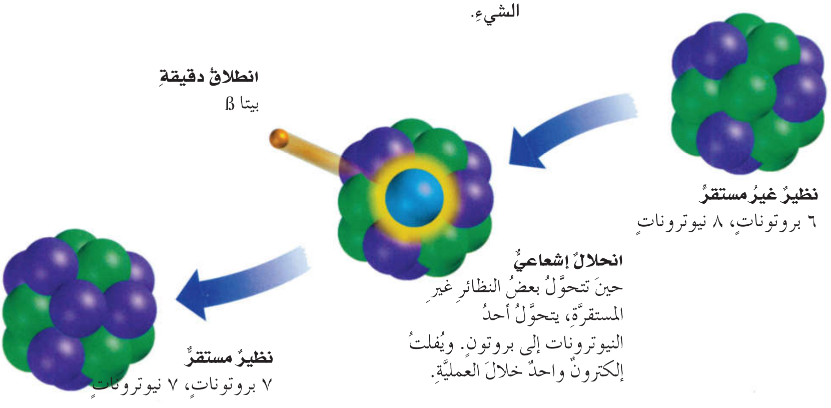
هلْ سمعْتَ مرَّةً تعبيرَ «إعادةُ عقاربِ الساعةِ إلى الوراءِ»؟ هذا تحديدًا ما أتاحَهُ العالمُ الفيزيائيُّ الفرنسيُّ هنري بيكيريل، باكتشافِهِ الانحلالَ الطبيعيَّ لليورانيوم عامَ ١٨٩٦. فالعُلماءُ يستطيعونَ استعمالَ العناصرِ المشعَّةِ كساعاتٍ لقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

إنَّ عمليَّةَ توصيفِ عمرِ شيءٍ ما بتحديدِ عددِ السنواتِ التي تكوَّنَ فيها الشيءُ، تُسمّى **العمرَ المطلقَ** **Absolute dating**. أي إنه الفترةُ الزمنيَّةُ التي تقاسُ نسبتُها إلى الوقتِ الحاضرِ وبينَ المدَّةِ التي استغرقَها حدوثُ الحدثِ، وكم سنةٍ انقضَتْ على هذا الحدثِ. ستتعلَّمُ في هذا القسمِ عن التأريخِ الراديومتريِّ، الطريقةِ الأكثرِ شيوعًا للتأريخِ المطلق.

الانحلالُ الإشعاعيُّ

يحلِّلُ العلماءُ نظائرَ العناصرِ المُشعَّةِ لتحديدِ العمرِ المُطلقِ للأحافيرِ والصخورِ. و**النظائرُ** **Isotopes** عناصرُ كيميائيَّةٌ لها ذرّاتٌ عددُ بروتوناتِها مماثلٌ لعددِ بروتوناتِ الذرّاتِ الأخرى للعنصرِ نفسِه. لكنَّ عددَ نيوتروناتِها يختلفُ عن عددِ نيوتروناتِ الذرّاتِ الأُخرى للعنصرِ. معظَمُ النظائرِ مستقرةٌ، أيْ إنَّها تبقى بشكلِها الأصليِّ. لكن بعضَ النظائرِ غيرُ مستقرَّةٍ، وهي النظائرُ التي يسمّيها العلماءُ **بالنظائرِ المُشعَّة**. للنظائرِ المشعَّةِ ميلٌ إلى الانحلالِ في عمليّةٍ تُسمّى **الانحلالَ الإشعاعيَّ** **Radioactive decay**. في هذهِ العلميَّةِ تتحولُ النظائرُ المُشعَّةُ إلى نظائرَ مستقرَّةٍ للعنصرِ نفسِهِ أو لعناصرَ أخرى. وفي **الشكل ١** نموذجٌ لكيفيَّةِ حدوثِ الانحلالِ الإشعاعيِّ الّذي يحصلُ بتكرارٍ مُنتظمٍ، يجعلُ العلماءَ قادرينَ على استخدامِ نسبِ النظائرِ المستقرَّةِ وغيرِ المستقرَّةِ الموجودةِ في شيءٍ ما لتحديدِ عمرِ هذا الشيءِ.

الشكلُ ١ **الانحلالُ الإشعاعيُّ**


نظيرٌ غيرُ مستقرٍّ
٦ بروتونات، ٨ نيوترونات
انطلاقُ دقيقةِ
بيتا β
انحلالٌ إشعاعيٌّ
حينَ تتحوَّلُ بعضُ النظائرِ غيرِ المستقرَّةِ، يتحوَّلُ أحدُ النيوتروناتِ إلى بروتونٍ. ويُفلتُ إلكترونٌ واحدٌ خلالَ العمليَّةِ.
نظيرٌ مستقرٌّ
٧ بروتوناتٍ، ٧ نيوتروناتٍ

كيف يتمُّ تأريخُ الصخورِ؟

خلالَ عمليَّةَ الانحلالِ الإشعاعيِّ، ينحلُّ نظيرٌ غيرُ مستقرٍّ لعُنصرٍ واحدٍ إلى نظيرٍ مستقرٍّ. قد يكونُ هذا النظيرُ المستقرُّ من العنصرِ نفسِه، لكنّهُ غالبًا ما يكونُ من عنصرٍ آخرَ. يُسمّى النظيرُ غيرُ المستقرِّ **النظيرَ المُنتجَ**. أما النظيرُ المستقرُّ الناتجُ عن الانحلالِ الإشعاعيِّ لنظيرٍ أبٍ، فيسمّى **النظيرَ الوليدَ**. والانحلالُ الإشعاعيُّ لنظيرٍ منتجٍ إلى نظيرٍ وليدٍ مستقرٍّ يُمكنُ أنْ يحدثَ بخطوةٍ واحدةٍ، أو بسلسلةِ خطواتٍ. وفي كلتا الحالتَيْنِ، يبقى معدَّلُ سرعةِ عمليَّةِ الانحلالِ ثابتًا. لذلكَ، يقارنُ العلماءُ كمِّيَّةَ موادِّ نظيرٍ منتجٍ بكمِّيَّةِ موادِّ النظيرِ الوليدِ، ليحدِّدوا عمرَ الصخورِ. وكلَّما كانَتْ موادُّ النظيرِ الوليدِ أكثرَ تكونُ الصخرةُ أقدمَ.

التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ)

إذا عرفْتَ معدَّلَ سرعةِ عمليَّةِ انحلالِ عنصرٍ مشعٍّ في صخرةٍ ما، يُمكنُكَ أنْ تعرفَ العمرَ المطلقَ للصخرةِ. إنّ تحديدَ العمرِ المطلقِ لعيِّنةٍ من الصخرِ، على أساسِ نسبةِ الكمّيَّةِ من موادِّ النظيرِ المنتجِ إلى الكمّيّةِ من موادِّ النظيرِ الوليدِ، يُسمّى **بالتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)** Radiometric dating. لنفترضْ، مثلاً، أنّ عيِّنةً صخريَّةً تحتوي على نظيرٍ، وأنّ عمرَ النصفِ لهذا النظيرِ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ. فإذا عرفْنا أنّ **عمرَ النصفِ** Half-life هو الزمنُ الذي يستغرقُهُ نصفُ عيِّنةٍ مُشعَّةٍ لينحلَّ، فهذا يعني بالنسبةِ لهذهِ العيّنةِ الصخريَّةِ، أنّ نصفَ موادِّ النظيرِ المنُتجِ تكونُ قد انحلَّتْ خلالَ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ، وأصبحَتْ موادَّ وليدةً. وعندما تنحلُّ العيِّنةُ، تجدُ أنّ كمّيَّةَ موادِّ النظيرِ المنتجِ مساويةٌ لكميَّةِ موادّ النظيرِ الوليدِ. هذا يعني أنّ نصفَ النظيرِ المُشعِّ الأصليِّ قد انحلَّ، وأنّ عمرَ العيِّنةِ لا بدَّ أنْ يكونَ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ تقريبًا.

لكن ماذا لو وجدْتَ أنّ ربعَ هذهِ العيِّنَةِ الأصليَّةِ موادُّ نظيرٍ منتَجٍ، وأنّ ثلاثةَ أرباعِها هي موادُّ نظيرٍ وليدٍ؟ أنتَ تعرفُ أنّ نصفَ العيِّنةِ الأصليَّةِ قد استغرقَ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ لينحلَّ، وأنّ نصفَ الباقي منها قد استغرقَ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ أُخرى لينحلَّ. لذلك سيكونُ عمرُ هذهِ العيِّنةِ ٢ × ١٠ ٠٠٠ أي ٢٠ ٠٠٠ سنةٍ. يُظهرُ **الشكلُ ٢** كيفَ يحصلُ هذا الانحلالُ المُنتظمُ.

العمرُ المطلقُ: فترةٌ زمنيةٌ تقاسُ نسبةً إلى الوقتِ الحاضرِ.

النظيرُ: ذرَّةٌ لها عددُ البروتوناتِ نفسُهُ (أو الرقمُ الذريُّ نفسُه) كذرّاتٍ أُخرى للعنصرِ نفسِه، لكنّ لها عددًا مختلفًا من النيوتروناتِ (وكتلةً ذرِّيَّةً مختلفةً بالتالي).

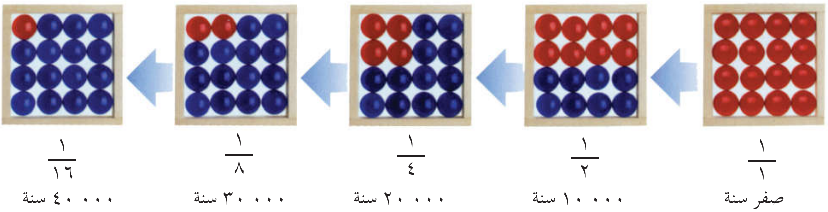
الانحلالُ الإشعاعيُّ: العمليَّةُ التي يتحلَّلُ فيها نظيرٌ مشعٌّ غيرُ مستقرٍّ إلى نظيرٍ مستقرٍّ للعنصرِ نفسِه أو لعنصرٍ آخرَ.

التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ): طريقةٌ لتحديدِ عمرِ الشيءِ من خلالِ تقديرِ النسبِ المئويَّةِ النسبيَّةِ لموادِّ نظيرٍ (مُنتجٍ) مُشعٍّ، وموادِّ (وليدٍ) مستقرٍّ.

عمرُ النصفِ: الزمنُ الذي يستغرقُهُ نصفُ عيِّنةٍ من مادَّةٍ مشعَّةٍ، لتتحوَّلَ إلى مادَّةٍ أخرى بواسطةِ الانحلالِ الإشعاعيِّ.

تحقَّقْ

ما عمرُ النصفِ؟



الشكلُ ٢ بعدَ كلِّ عمرٍ من أعمارِ النصفِ تنقصُ مادّةُ النظيرِ المنتجِ إلى النصفِ.

أنواعُ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)

تخيَّلْ أنّكَ سافرتَ عبرَ مئاتِ السنينَ عائدًا إلى الماضي، إلى زمنٍ سابقٍ لوصولِ كولومبوس إلى أمريكا؛ وأنكَ تقفُ على مُرتفعٍ شديدِ الانحدارِ سيُطلقُ عليه يومًا اسمُ نهر المسيسيبي. وتخيَّلْ أنكَ ترى عشراتِ الأشخاصِ يبنونَ هضباتٍ صغيرةً. من أولئك؟ وماذا يبنون؟

أولئك الذينَ رأيتَهُم في رحلَتِكَ هم سُكّانُ أمريكا الأصليّونَ، والبُنى الّتي كانوا يبنونها هي مدافنُ موتاهُمْ. أما المنطقةُ الّتي تخيَّلْتَها فهي الآنُ موقعٌ أثريٌّ يُسمّى «النصبَ الوطنيَّ لمدافنِ أفيجي». يظهرُ **الشكلُ ٣** أحد هذهِ المدافنِ.

الشكلُ ٣ هَذهِ المدافنُ في أفيجي لها شكلُ الثُّعبانِ.

يُفيدُ علماءُ الآثارِ، أن السكّانَ في منطقةِ أفيجي عاشوا منذ ٢٥٠٠ وحتّى ٦٠٠ سنة خلَتْ. فكيفَ يعرفُ العلماءُ هذهِ التواريخَ؟ لقد أرَّخوا العظامَ وأشياءَ أُخرى في تلك المدافنِ، باستخدامِهم طريقةَ التأريخِ الراديومتريِّ. يستخدمُ العلماءُ تقنيّاتٍ مختلفةً من التأريخِ الراديومتريِّ، تستندُ إلى تقديرٍ عمرِ الشيءِ. فكِّرْ أثناءَ القراءةِ بتلكَ الصلةِ بينَ عمرِ النصفِ لأحدِ النظائرِ، وعمرِ الشيءِ الذي يؤرِّخُ. أيَّ تقنيَّةٍ تستخدمُ لتأريخِ المدافنِ؟

طريقةُ البوتاسيومِ - الأرجونِ

أحدُ النظائرِ التي تُستعملُ في التأريخِ الرادويومتريِّ هو البوتاسيومُ–٤٠. فعمرُ النصفِ للبوتاسيومِ–٤٠ هو ١,٣ مليار سنةٍ، وينحلُّ إلى أرجونٍ وكالسيومٍ. يقيسُ الجيولوجيّونَ الأرجونَ كمادَّةِ النظيرِ الوليدِ. تُستخدمُ هذهِ الطريقةُ أساسًا لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠٠ ٠٠٠ سنةٍ.

طريقةُ اليورانيومِ - الرصاصِ

اليورانيومُ–٢٣٨ نظيرٌ مشعٌّ ينحلُّ في سلسلةِ خطواتٍ إلى رصاصٍ–٢٠٦. وعمرُ النصفِ لليورانيومِ–٢٣٨ يبلغُ ٤,٥ ملياراتِ سنةٍ. وكلما كانَتِ الصخرةُ أقدمَ تزدادُ كمّيَّةُ موادِّ النظيرِ الوليدِ (أيِ الرصاص–٢٠٦) في الصخرِ. تُعتمدُ هذهِ الطريقَةُ لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠ ملايينِ سنةٍ، ذلك أن الصخورَ الأحدثَ لا تحوي ما يكفي من موادِّ النظيرِ الوليدِ (الرصاصِ) لقياسِها بدقَّةٍ بهذهِ الطريقةِ.

طريقةُ الروبيديومِ - السترونسيومِ

ينحلُّ النظيرُ المنتجُ غيرُ المستقر إشعاعيًّا، الروبيديوم–٨٧، ليُعطيَ النظيرَ الوليدَ المستقرَ السترونسيوم–٨٧. عمرُ النصفِ للروبيديوم–٨٧ يبلغُ ٤٩ مليارَ سنةٍ. تُعتمدُ هذهِ الطريقةُ لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠ ملايينِ سنةٍ.

تحقَّقْ

ما النظيرُ الوليدُ للروبيديومِ-٨٧؟

طريقةُ الكربونِ-١٤

يوجدُ عنصرُ الكربون عادةً في صيغٍ ثلاثٍ، هي: النظيرُ المستقرُّ الكربونُ–١٢ والنظيرُ المستقرُّ الكربونُ–١٣، والنظيرُ المشعُّ الكربونُ–١٤. تتّحدُ هذهِ النظائرُ الكربونيَّةُ مع الأكسجين، لتكوِّنَ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ الذي تستخدمُهُ النباتاتُ في عمليَّةِ التركيبِ الضوئيِّ. وما دامَ النباتُ حيًّا تستمرُّ عمليَّةُ استقرارِ ثاني أكسيدِ الكربونِ الجديدِ مع نسبةٍ مستقرَّةٍ للكربونِ–١٤ إلى الكربونِ–١٢. والحيواناتُ التي تتغذّى على النباتِ تحتوي على النسبةِ المستقرَّةِ نفسِها لنظائرِ الكربونِ.

لكنْ ما إن يمُتِ النباتُ أوِ الحيوانُ، حتّى يتوقّفَ استيعابُ الكربونِ الجديدِ. فتبدأُ كمّيَّةُ الكربونِ–١٤ بالتناقصِ مع تحلُّلِ النباتِ أوِ الحيوانِ، وتتناقصُ نسبةُ الكربونِ–١٤ إلى الكربونِ–١٢. يُمكنُ قياسُ هذا النقصِ في المختبرِ، كالذي يظهرُ في **الشكل ٤**. ولأنّ عمرَ النصفِ للكربونِ–١٤ ٥ ٧٣٠ سنةً فقط، فإنَّ طريقةَ التأريخِ هذهِ تُستخدمُ بالدرجةِ الأولى، لتأريخِ الأشياءِ التي وُجِدتْ في غضون الـ ٥٠ ٠٠٠ سنةِ الأخيرة.

الشكلُ ٤ يجبُ أن تحرقَ وتُغسلَ بعضُ العيّناتِ التي تحوي الكربونَ قبلَ أنْ يُحدَّدَ عمرُها.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- ينحلُّ النظيرُ غيرُ المستقرِّ خلالَ الانحلالِ الإشعاعيِّ بوتيرةٍ ثابتةٍ، ليُصبحَ نظيرًا مستقرًّا للعنصرِ نفسِهِ أو لعُنصرٍ آخرَ.
- يُستخدمُ التأريخُ الراديومتريُّ، الذي يعتمدُ نسبةَ موادِّ النظيرِ المنتجِ إلى موادِّ النظيرِ الوليدِ، لتأريخِ العمرِ المطلقِ للعيِّنةِ.
- تتضمَّنُ طرقُ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ): البوتاسيوم – الأرجونَ، اليورانيومَ – الرصاصَ، الروبيديومَ–السترونسيومَ، الكربونَ-١٤ .

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلَّ مفردةٍ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلّةٍ: **العمرَ المطلقَ**، **النظيرَ**، **عمرَ النصفِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. عمرُ النصفِ للكربونِ ١٤ هو:

أ. ٥ ٧٣٠ سنة.

ب. ٤,٥ ملياراتِ سنةٍ.

ج. ٤,٩ ملياراتِ سنةٍ.

د. ١,٣ مليار سنةٍ.

٣. وضّحْ كيفَ يحدُثُ الانحلالُ الإشعاعيُّ.

٤. ما علاقةُ الانحلالِ الإشعاعيِّ بالتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)؟

٥. اذكرْ أربعةَ أنواعٍ للتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ) .

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. يبلغُ عمرُ النصفِ لنظيرٍ مشعٍّ ١,٣ مليار سنةٍ. كم يبقى من موادِّ النظيرِ المنتجِ، بعد٣,٩ ملياراتِ سنةٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحليلَ الطرقِ**: علّلْ: ينبغي أن يكونَ الانحلالُ الإشعاعيُّ ثابتًا حتّى يكونَ التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ) دقيقًا.

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أيُّ من طرقِ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ) أنسبُ لمعرفةِ عمرِ قطعٍ أثريّةٍ وجدَتْ في مقابرَ أفيجي؟ علِّلْ إجابتَكَ.

القسمُ
٤

موشّراتُ الأداءِ

- يصفُ خمسَ طرقٍ تتكوَّنُ فيها أحافيرُ مختلفةٌ.
- يعدّدُ ثلاثةَ أنواعٍ من الأحافيرِ ليسَتْ أجزاءً من الكائناتِ الحيَّةِ.
- يوضّحُ كيفَ تُستخدمُ الأحافيرُ لتحديدِ تاريخِ التغيُّراتِ في الكائناتِ الحيَّةِ وبيئاتِها.
- يبيّنُ كيفَ تُستخدمُ الأحافيرُ المرشدةُ لتأريخِ طبقاتِ الصخورِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الأحفورةُ
أحفورةُ الأثرِ
القالبُ
النموذجُ
الأحفورةُ المرشدةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ مخطّطًا لمفاهيمِ الأساسيَّةِ مستخدمًا عناوينَه.

النـظـرُ فـي الأحـافيرِ

أثناءَ تجوالِكَ وفريقَ المستكشفينَ في الأراضي الوعرةِ، تتوقّفونَ فجأةً لتجدوا قشورَ بيضٍ. إنّها قشورُ بيضٍ للديناصوراتِ!

هذا ما حدثَ مع عالمٍ باليونتولوجيٍّ يُدعى لويس تشيابه. لقد عثرَ على موقعٍ ضخمٍ لأكنانِ الديناصوراتِ.

طرقُ حفظِ الأحافيرِ

إنَّ ما حُفظَ من بقايا كائنٍ أو أدلَّةٍ فيزيائيَّةٍ عليه بفعلِ عمليّاتٍ جيولوجيَّةٍ، تُسمّى **الأحفورةَ** Fossil. تُحفظُ الأحافيرُ معظمَ الأحيانِ في الصخورِ الرسوبيَّةِ. لكن كما سترى، هُناكَ موادُّ أخرى يمكنُ أن تحفظَ أدلَّةً على حياةٍ قديمةٍ.

الأحافيرُ في الصخورِ

حينَ يموتُ كائنٌ حيٌّ، يبدأُ فورًا بالتحلُّلِ، أو تأكلُهُ كائناتٌ حيَّةٌ أخرى. لكن، في بعضِ الأحيانِ، تدفِنُ الرواسبُ الكائناتِ سريعًا حينَ تموتُ. والرواسبُ تبطئُ عمليَّةَ التحلُّلِ. لكنَّ الأجزاءَ القاسيةَ للكائناتِ، كالأصدافِ والعظامِ، تقاومُ التحلُّلَ أكثرَ من الأجزاءِ الطريَّةِ. لذلكَ، حينَ تتحوَّلُ الرسوبيّاتُ إلى صخرٍ، تكونُ الأجزاءُ القاسيةُ، وليسَ الأجزاءُ الطريَّةُ، هيَ التي حُفظَتْ في أغلبِ الأحيانِ.

الأحافيرُ في الكهرمانِ

تخيَّلْ أنَّ حشرةً علقَتْ في سائلِ شجرةٍ صمغيٍّ، وافترضْ أنَّ المزيدَ من هذا السائلِ ما لبثَ أنْ غطّى الحشرةَ. إنَّ سائلَ الشجرةِ مادَّةٌ تتصلَّبُ بسرعةٍ فتحفظُ الحشرةَ بداخلِها. هذا السائلُ المتصلِّبُ يُسمّى الكهرمانَ. بعضُ أفضلِ أحافيرِ الحشراتِ اكتُشفَ في الكهرمانِ، كما يظهرُ **الشكلُ ١**. وقد وُجدَتْ أنواعٌ كثيرةٌ من الحيواناتِ، كالضفادعِ والسحالي، محفوظةً في الكهرمانِ.

الأحفورةُ: أثرٌ أو بقايا كائنٍ عاشَ منذُ زمنٍ بعيدٍ. تكتشفُ الأحفورةُ في أغلبِ الحالاتِ محفوظةً في صخورٍ رسوبيَّةٍ.

تحقَّقْ

صفْ كيفَ تُحفظُ الكائناتُ في الكهرمانِ أو الصمغِ.

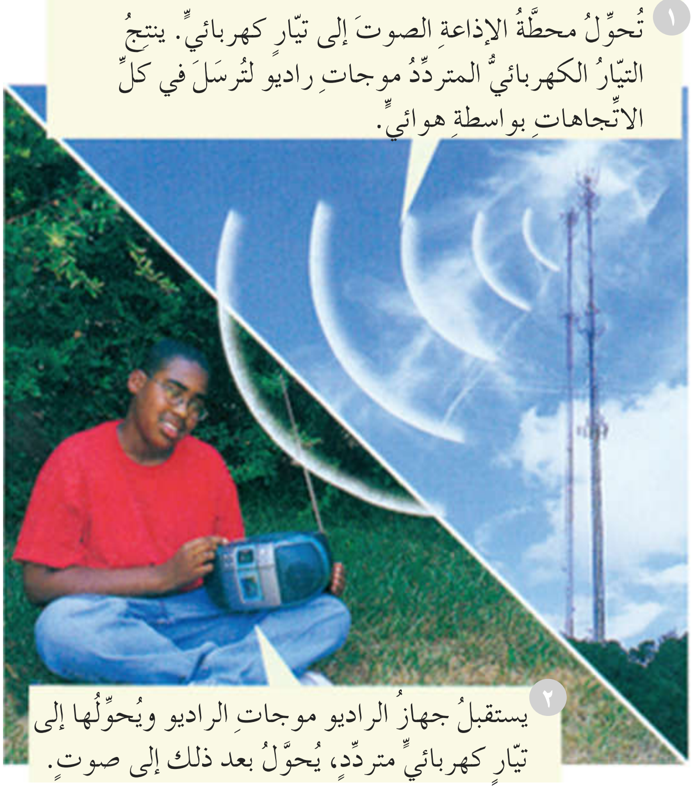
الشكلُ ١ هذهِ الحشراتُ محفوظةٌ في الكهرمانِ.

موجاتُ الراديو Radio Waves

تغطّي موجاتُ الراديو مدًى واسعًا من الموجاتِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ. تشتملُ موجاتُ الراديو على الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ ذاتِ الطولِ الموجيِّ الأطولِ، أو ذاتِ التردُّدِ الأقلِّ، من بينِ جميعِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. موجاتُ الراديو هي، في الواقعِ، كلُّ موجةٍ كهرومغناطيسيَّةٍ لها طولٌ موجيٌّ أكبرُ من 30 cm. تُستخدَمُ موجاتُ الراديو في بثِّ إشاراتِ الراديو والإشاراتِ التلفزيونيَّةِ.

بثُّ إشاراتِ الراديو

يُبيِّنُ الشكل ٢ كيف تُبثُّ إشاراتُ الراديو. تُحوِّلُ المحطّاتُ الإذاعيَّةُ المعلومةَ الصوتيَّةَ إلى موجاتِ راديو بتغييرِ سَعةِ الموجاتِ أو تردُّدِها. يُسمّى تغييرُ السَّعةِ أو التردُّدِ **التضمين**. من المحتمل أنَّكَ تعرفُ وجودَ موجاتِ راديو AM وموجاتِ راديو FM. فالاختصارُ AM يدلُّ على تضمينِ السَّعةِ والاختصارُ FM يدلُّ على تضمينِ التردُّدِ.



١ تُحوِّلُ محطَّةُ الإذاعةِ الصوتَ إلى تيّارٍ كهربائيٍّ. ينتجُ التيّارُ الكهربائيُّ المتردِّدُ موجاتِ راديو لتُرسَلَ في كلِّ الاتّجاهاتِ بواسطةِ هوائيٍّ.

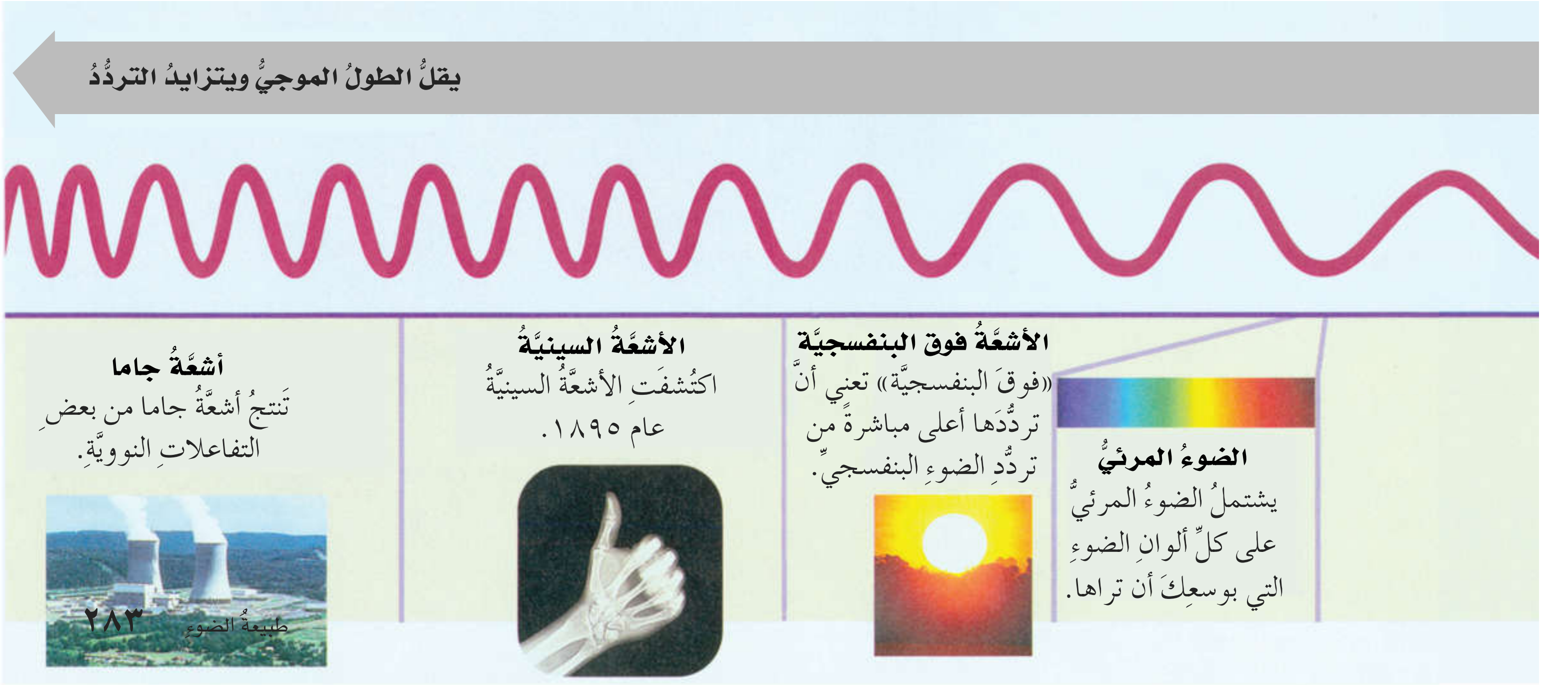
٢ يستقبلُ جهازُ الراديو موجاتِ الراديو ويُحوِّلُها إلى تيّارٍ كهربائيٍّ متردِّدٍ، يُحوَّلُ بعد ذلك إلى صوتٍ.

الشكل ٢ لا يُمكنُ سماعُ موجاتِ الراديو، لكنَّها تنقلُ طاقةً تُحوَّلُ إلى صوتٍ.

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ: المدى الكامل للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بجميعِ تردُّداتِها أو أطوالِها الموجيَّةِ.

مقارنةٌ بين موجاتِ الراديو AM و FM
Comparing AM and FM radio waves

تختلفُ موجاتُ الراديو AM عن موجاتِ الراديو FM. فموجاتُ الراديو AM مثلاً لها طولٌ موجيٌّ أكبرُ من الطولِ الموجيِّ لموجاتِ الراديو FM. ويمكنُ إرسالُ موجاتِ AM لأماكنَ أبعدَ من موجاتِ FM، لأنَّ موجاتِ AM يمكنُها أنْ تنعكسَ عن الغلافِ الجويِّ. لكنَّ موجاتِ الراديو FM أقلُّ تأثُّرًا بالتشويشِ من موجاتِ الراديو AM. لذلك يكونُ الصوتُ الذي تبثُّهُ محطّاتُ FM أفضلَ من الذي تبثُّهُ محطّاتُ AM.



الضوءُ المرئيُّ
يشتملُ الضوءُ المرئيُّ على كلِّ ألوانِ الضوءِ التي بوسعِكَ أنْ تراها.

الأشعَّةُ فوق البنفسجيَّة
«فوقَ البنفسجيَّة» تعني أنَّ تردُّدَها أعلى مباشرةً من تردُّدِ الضوءِ البنفسجيِّ.

الأشعَّةُ السينيَّة
اكتُشفتِ الأشعَّةُ السينيَّةُ عام ١٨٩٥.

أشعَّةُ جاما
تَنتجُ أشعَّةُ جاما من بعضِ التفاعلاتِ النوويَّةِ.

موجاتُ الراديو والتلفزيونِ Radio and television waves

مُعظمُ محطّاتِ التلفزيونِ تبثُّ موجاتِ راديو ذاتَ طولٍ موجيٍّ أقصرَ أو ذاتَ تردُّدٍ أعلى من تلكَ التي تبثُّها محطّاتُ الإذاعةِ. تُبثُّ الإشاراتُ التلفزيونيَّةُ، كإشاراتِ الراديو، باستخدامِ تضمينِ السَّعةِ وتضمينِ التردُّدِ. تَستخدِمُ محطّاتُ التلفزيونِ تضمينَ التردُّدِ لتنقلَ الصوتَ، وتضمينَ السَّعةِ لتنقلَ الصورَ.

يصلُ إرسالُ القنواتِ الفضائيَّةِ من خلالِ بثِّ الموجاتِ الحاملةِ للإشاراتِ التلفزيونيَّةِ إلى أقمارٍ صناعيَّةٍ تدورُ حولَ الأرضِ. تُضخَّمُ هذه الموجاتُ ويُعادُ إرسالُها إلى لواقطَ على الأرضِ، ثمَّ تصلُ عبرَ الكوابلِ إلى المنازلِ.

موجاتُ الميكروويف Microwaves

موجاتُ الميكروويفِ لها طولٌ موجيٌّ أقصرُ وتردُّدٌ أعلى ممّا لموجاتِ الراديو. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الميكروويف بينَ 1 mm و 30 cm. تُستخدمُ موجاتُ الميكروويفِ في فرنِ الميكروويفِ، الذي يظهرُ في الشكلِ ٣.

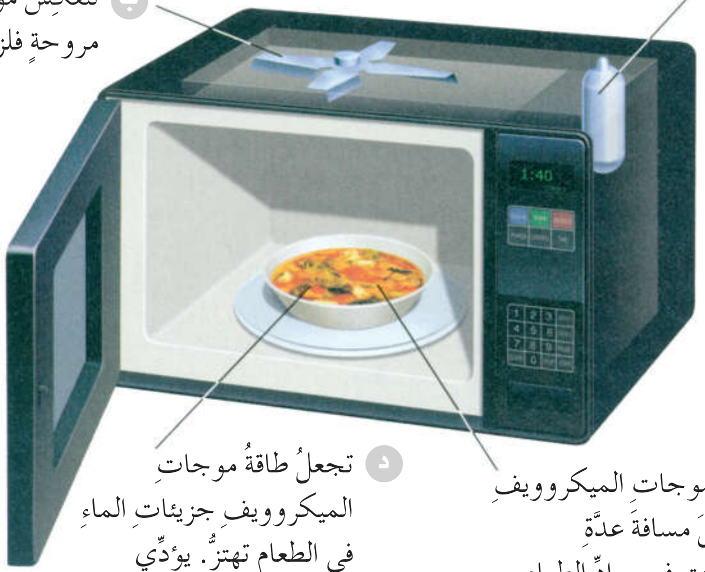
موجاتُ الميكروويفِ والاتِّصالاتُ
Microwaves and communication

تُستخدَمُ موجاتُ الميكروويفِ كموجاتِ الراديو، لإرسالِ معلوماتٍ إلى مسافاتٍ طويلةٍ. الهواتفُ الجوّالةُ مثلاً، ترسلُ إشاراتٍ أو تستقبلُ إشاراتٍ باستخدامِ موجاتِ الميكروويف. كما أنَّ الإشاراتِ التي تُرسَلُ من الأرضِ إلى الأقمارِ الصناعيَّةِ الموجودةِ في الفضاءِ، تحملُها موجاتُ ميكروويفَ.

تحقَّقْ

أيُّ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ تنقلُ الإشاراتِ التلفزيونيَّةَ؟

الشكلُ ٣ كيفَ يعملُ فرنُ الميكروويفِ



أ يُنتجُ جهازٌ يسمّى المغنطرونَ (Magnetron) موجاتِ الميكروويفِ عبرَ تسريعِ جُسيماتٍ ذاتِ شحناتٍ كهربائيَّةٍ.

ب تنعكِسُ موجاتُ الميكروويفِ على مروحةٍ فلزِّيَّةٍ في اتِّجاهِ حجرةِ الطهوِ.

ج يُمكنُ لموجاتِ الميكروويفِ أن تدخلَ مسافةَ عدَّةِ سنتيمتراتٍ في موادِّ الطعامِ.

د تجعلُ طاقةُ موجاتِ الميكروويفِ جزيئاتِ الماءِ في الطعامِ تهتزُّ. يؤدِّي اهتزازُ جُزيئاتِ الماءِ إلى ارتفاعِ درجةِ حرارةِ الطعامِ.

الرادار Radar

تُستخدمُ موجاتُ الميكروويفِ في الرادارِ أيضًا. يُستخدمُ الرادارُ لكشفِ مواقعِ الأجسامِ وسرعاتِها، كما في الشكلِ ٤. يرسلُ الرادارُ موجاتِ ميكروويف، فتنعكسُ على السيّارةِ وتعودُ إلى جهازِ الرادارِ. وبمقارنةِ الموجاتِ المرسلةِ معَ الموجاتِ المنعكسةِ يتمُّ حسابُ سرعةِ السيّارةِ. ويُستخدمُ الرادارُ أيضًا لمراقبةِ حركةِ الطائراتِ ولمساعدةِ السفنِ في أثناءِ إبحارِها.

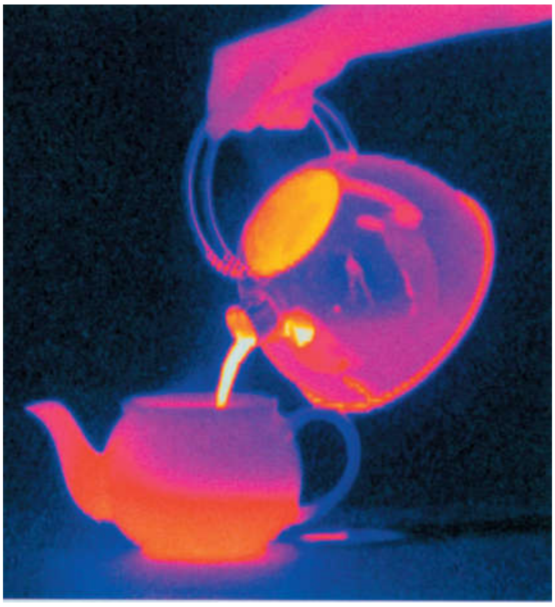
الشكلُ ٤ يُستخدمُ الرادارُ ليكشفَ إن كانَتِ السيّارةُ قد جاوزَتِ السرعةَ المسموحةَ بها أم لا.

الأشعَّةُ تحتَ الحمراءِ Radio detection and ranging

الأشعَّةُ تحتَ الحمراءِ لها طولٌ موجيٌّ أقصرُ وتردُّدٌ أكبرُ ممّا لموجاتِ الميكروويف. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ ما بين 700 نانومتر و 1 mm. ($1\ \text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$).

عندما تحسُّ في يومٍ مشمسٍ بالحرارةِ فإنَّ ذلك يعودُ إلى امتصاصِ جلدِكَ لطاقةِ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ الآتيةِ منَ الشمسِ، ممّا يجعلُ جزيئاتِ جلدِكَ تهتزُّ أكثرَ. ليستِ الشمسُ المصدرَ الوحيدَ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ. فجميعُ الأشياءِ تصدرُ أشعَّةً تحتَ حمراءَ، ومنها الأبنيةُ والسيّاراتُ وحتّى أنت! يعتمدُ مقدارُ طاقةِ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ التي يصدرُها جسمٌ على درجةِ حرارةِ هذا الجسمِ. فالأجسامُ الساخنةُ تصدرُ طاقةً على شكلِ أشعَّةٍ تحتَ حمراءَ أكثرَ من الأجسامِ الباردةِ.

لايُمكنُكَ أن ترى الأشعَّةَ تحتَ الحمراءِ، لكنَّ بعضَ الأجهزةِ تكشفُ تلكَ الأشعَّةَ. منظارُ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ يغيِّرُ الأشعَّةَ تحتَ الحمراءِ إلى ضوءٍ يُمكنُكَ أن تراه، مثلاً، تُستخدمُ تلكَ المناظيرُ لمراقبةِ الحيواناتِ في الليلِ. يُبيِّنُ الشكلُ ٥ صورةً التقطَتْ على فيلمٍ حسّاسٍ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ.



الشكلُ ٥ في هذهِ الصورةِ تدلُّ الألوانُ الأكثرُ سطوعًا على درجاتِ حرارةٍ أعلى.

الشكلُ ٦ تفرّقُ قطراتُ الماءِ الضوءَ الأبيضَ إلى أضواءٍ ذاتِ ألوانٍ مختلفةٍ وأطوالٍ موجيَّةٍ مختلفةٍ. وفي النهايةِ، ترى كلَّ ألوانِ الضوءِ المرئيِّ في قوسِ المطرِ.

الضوءُ المرئيُّ Visible light

الضوءُ المرئيُّ هو المدى الضيِّقُ جدًّا الذي تراهُ عينُ الإنسانِ من الأطوالِ الموجيَّةِ والتردُّداتِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ. موجاتُ الضوءِ المرئيِّ لها أطوالٌ موجيَّةٌ أقصرُ وتردُّداتٌ أعلى ممّا للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الضوءِ المرئيِّ بينَ 400 nm و 700 nm.

الضوءُ المرئيُّ الآتي من الشمسِ
Visible light from the sun

بعضُ الطاقةِ التي تصلُ إلى الأرضِ آتيةً من الشمسِ تكوِّنُ ضوءًا مرئيًّا. الضوءُ المرئيُّ الآتي من الشمسِ ضوءٌ أبيضُ. **الضوءُ الأبيضُ** ضوءٌ مرئيٌّ مكوَّنٌ من تجمُّعِ كلِّ الأطوالِ الموجيَّةِ المرئيَّةِ. الضوءُ الصادرُ عن المصابيحِ الكهربائيَّةِ العاديَّةِ هو ضوءٌ أبيضُ.

ألوانُ الضوءِ
Colors of light

يُبصرُ الناسُ مُختلفَ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ كألوانٍ مُختلفةٍ، كما في الشكلِ ٦. فأطولُ الأطوالِ الموجيَّةِ تُبصرُ كلونٍ أحمرَ، في حينِ أنَّ أقصرَ الأطوالِ الموجيَّةِ تُبصرُ كلونٍ بنفسجيٍّ.

يُسمّى مدى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ **الطيفَ المرئيَّ**. بوسعِكَ أن ترى الطيفَ المرئيَّ في الشكلِ ٧. يتكوَّنُ الطيفُ المرئيُّ من سبعةِ ألوانٍ هي: الأحمرُ والبرتقاليُّ والأصفرُ والأخضرُ والأزرقُ والنيليُّ والبنفسجيُّ.

تحقَّقْ

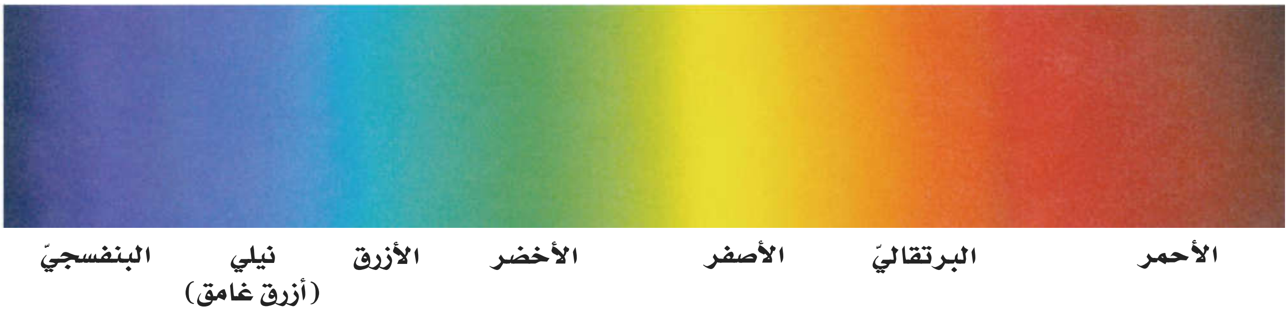
ما الضوءُ الأبيضُ؟

نشاطٌ منزليٌّ

تكوينُ قوسِ المطرِ

في صباحِ يومٍ مُشمسٍ أو عصرِه، اطلبْ إلى أحدِ أفرادِ أُسرتِكَ الراشدينَ أن يستخدمَ خرطومًا أو عبوةً للرشِّ لتكوينِ منطقةِ رذاذِ ماءٍ في حديقةِ المنزلِ. تحرَّكْ حولَ تلكَ المنطقةِ حتّى ترى قوسَ المطرِ في رذاذِ الماءِ. ضعْ رسمًا تخطيطيًّا تبيِّنُ فيه موقعَ الشمسِ وموقعَ رذاذِ الماءِ وموقعَ قوسِ المطرِ وموقعَكَ.

الشكلُ ٧ يحتوي الطيفُ المرئيُّ على كلِّ ألوانِ الضوءِ.



الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ Ultraviolet light

الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ نوعٌ آخرُ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ التي تصدرُها الشمسُ. لموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ أطوالٌ موجيَّةٌ أقصرُ وتردُّداتٌ أعلى ممّا للضوءِ المرئيِّ. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ بينَ 60 nm و 400 nm. للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ تأثيراتٌ مفيدةٌ لجسمِك وتأثيراتٌ ضارَّةٌ.

تأثيراتٌ ضارَّةٌ Bad effects

التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ يسبِّبُ احمرارَ الجلدِ وتغيُّرَ لونِه مصحوبًا بألمٍ، كما ترى في **الشكلِ ٨**، وكذلك يسبِّبُ سرطانَ الجلدِ وتجعُّداتٍ في البشرةِ، وأضرارًا في العينِ. ولحُسنِ الحظِّ، فإنَّ معظمَ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ الآتيةِ من الشمسِ لا تصلُ إلى الأرضِ. لكن عليكَ أن تقيَ نفسَكَ من الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ التي تصلُ إليكَ، وذلكَ باستخدامِ مرهمٍ مضادٍّ للشمسِ، حين تُعرِّضُ جسمَكَ للشمسِ، وبوضعِ نظّارةٍ تحجبُ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ عن عينَيكَ، كما ينبغي ارتداءُ ملابسَ تغطّي الجسمَ. وتظلُّ في حاجةٍ إلى إجراءاتِ الوقايةِ هذه، حتّى حين تحجبُ السحبُ الشمسَ، لأنَّ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ تخترقُ السحبَ.

الشكلُ ٨ يتسبَّبُ التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ باحمرارِ الجلدِ المصحوبِ بألمٍ. يساهمُ استخدامُ مرهمٍ مضادٍّ للشمسِ في وقايةِ جلدِكَ.

تأثيراتٌ مفيدةٌ Good effects

تُستخدمُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ التي تنتجُها مصابيحُ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ للقضاءِ على الجراثيمِ والبكتيريا الموجودةِ في الطعامِ وعلى أدواتِ الجراحةِ، علمًا أنَّ مقدارًا قليلاً من هذه الأشعَّةِ مفيدٌ لجسمِكَ. فحينَ تتعرَّضُ للأشعَّةِ البنفسجيَّةِ تنتجُ خلايا الجلدِ الفيتامينَ (د). يساهمُ هذا الفيتامينُ في عمليَّةِ امتصاصِ الأمعاءِ للكالسيومِ. ومن دونِ الكالسيوم قد تُصبحُ أسنانُكَ وعظامُكَ ضعيفةً.

تحقّقْ

قارنْ بينَ موجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ وموجاتِ الضوءِ المرئيِّ.

الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما
X Rays and Gamma rays

الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما هما ذواتا الأطوالِ الموجيَّةِ الأقصرِ والتردُّداتِ الموجيَّةِ الأعلى بينَ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.

الأشعَّةُ السينيَّةُ

يتراوحُ الطولُ الموجيُّ للأشعَّةِ السينيَّةِ بينَ 0.001 nm و 60 nm. ويُمكنُها أن تنفذَ عبرَ موادَّ عدَّةٍ. هذه الخاصِّيَّةُ تجعلُ الأشعَّةَ السينيَّةَ مفيدةً في المجالِ الطبِّيِّ، كما يظهرُ في الشكل ٩. لكنَّ التعرُّضَ الزائدَ للأشعَّةِ السينيَّةِ يضرُّ بالخلايا الحيَّةِ أو يقتلُها. ينبغي أن يرتديَ المريضُ الذي يتعرَّضُ للأشعَّةِ السينيَّةِ رداءً خاصًّا يحتوي على طبقةٍ من الرصاصِ ليحميَ أجزاءَ جسمِهِ التي لا يلزمُ تعرُّضُها لتلكَ الأشعَّةِ. إذْ لا يمكنُ للأشعَّةِ السينيَّةِ أن تنفذَ منها.

تُستخدمُ أجهزةُ التصويرِ بالأشعَّةِ السينيَّةِ لفحصِ الأمتعةِ في المطاراتِ وفي مؤسَّساتٍ عامَّةٍ أخرى. تسمحُ هذه الأجهزةُ برؤيةِ ما في داخلِ الحقائبِ والحاوياتِ الأخرى دونَ الحاجةِ إلى فتحِها.

أشعَّةُ كاما Gamma rays

أشعَّةُ كاما موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ لها أطوالٌ موجيَّةٌ أقصرُ من 0.1 nm. ويُمكنُها أن تنفذَ عبرَ مُعظمِ الموادِّ بسهولةٍ فائقةٍ. تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما لمعالجةِ بعضِ الأمراضِ السرطانيَّةِ، حيثُ يركِّزُ الأطبّاءُ الأشعَّةَ على الأورامِ في جسمِ المريضِ للقضاءِ على الخلايا السرطانيَّةِ. يكونُ لهذا العلاجِ أحيانًا تأثيراتٌ مفيدةٌ، لكن قد يكونُ له تأثيراتٌ ضارَّةٌ لأنَّهُ يقتلُ خلايا سليمةً أيضًا.

تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما أيضًا لقتلِ الجراثيمِ والبكتيريا الضارَّةِ في بعضِ الأطعمةِ، كاللحمِ والثمارِ الطازجةِ. لا تضرُّ أشعَّةُ جاما بالطعامِ المعالَجِ ولا تبقى فيه. هذا يعني أنَّ الطعامَ الذي تمَّتْ معالجتُهُ بأشعَّةِ كاما سليمٌ وصالحٌ للأكلِ.

رابطُ علمِ الفلكِ

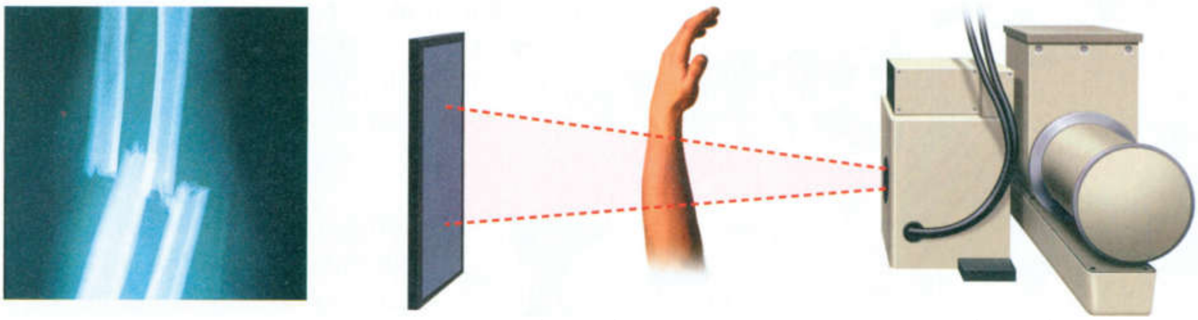
مقياسُ طيفٍ لأشعَّةِ كاما

في العامِ ٢٠٠١ وضعَتِ «ناسا» قمرًا صناعيًّا اسمُهُ «أوديسّةُ المرِّيخ ٢٠٠١»، على مدارٍ حولَ كوكبِ المرِّيخِ. تحملُ أوديسّةُ المرِّيخِ مقياسَ طيفٍ لأشعَّةِ كاما. مقياسُ الطيفِ جهازٌ يُستخدمُ للكشفِ عن بعضِ أنواعِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. اسْتُخدِمَ مكشافُ طيفٍ لأشعَّةِ كاما في أوديسّةِ المرِّيخِ، للبحثِ عن الماءِ، وعن عناصرَ كيميائيَّةٍ عدَّةٍ على المرِّيخِ. يأملُ العلماءُ في استخدامِ هذه المعلوماتِ ليعرفوا المزيدَ عن جيولوجيَّةِ المرِّيخِ. ابحثْ حولَ خصائصِ المرِّيخِ والأرضِ. وأنشئْ جدولاً للمقارنةِ بينَهما.

تحقَّقْ

كيفَ تتمُّ وقايةُ المريضِ من الأشعَّةِ السينيَّةِ؟

الشكلُ ٩ كيف تُصوَّرُ العظامُ بالأشعَّةِ السينيَّةِ



① تمرُّ الأشعَّةُ السينيَّةُ بسهولةٍ عبرَ الجلدِ والعضلاتِ، لكنَّ العظامَ تمتصُّها.

② الأشعَّةُ السينيَّةُ التي لم تمتصَّها العظامُ تسقطُ على الفِلمِ.

③ تظهرُ المناطقُ الساطعةُ على الفِلمِ حيثُ امتصّتِ العظامُ الأشعَّةَ السينيَّةَ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- تنتقلُ جميعُ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بسرعةِ الضوءِ. تختلفُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ عن بعضِها بالطولِ الموجيِّ والتردُّدِ فقط.
- يُسمَّى المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ *الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ*.
- تُستخدَمُ موجاتُ الراديو في الاتِّصالاتِ.
- تُستخدَمُ موجاتُ الميكروويفِ في الطهوِ وفي الرادارِ.
- امتصاصُ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ يؤدِّي إلى ارتفاعٍ في درجةِ الحرارةِ.
- الضوءُ المرئيُّ هو المدى الضيِّقُ جدًّا من أطوالِ الموجاتِ التي يُمكنُ أن يبصرَها الإنسانُ. تُبصَرُ أطوالُ موجاتٍ مختلفةٍ كألوانٍ مختلفةٍ.
- تُستخدَمُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ لقتلِ البكتيريا ولتكوينِ الفيتامينِ (د) في جسمِ الإنسانِ. التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ يُسبِّبُ مشكلاتٍ صحيَّةً.
- الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ جاما موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ تُستخدَمُ في الطبِّ. التعرُّضُ الزائدُ لهذَيْنِ النوعَيْنِ من الأشعَّةِ يضرُّ بالخلايا الحيَّةِ أو يقتلُها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بمفهومِ الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيُّ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ التاليةِ تنتجُهُ الشمسُ؟

أ. الموجاتُ تحتَ الحمراءِ.

ب. الضوءُ المرئيُّ.

ج. الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ.

د. كلُّ ما وردَ.

٣. ما أوجهُ الاختلافِ بينَ أنواعِ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةِ؟

٤. صفْ طريقتَيْنِ لنقلِ المعلوماتِ باستخدامِ موجاتِ الراديو.

٥. كيف تكونُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ والأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما مفيدةً وضارَّةً؟

٦. ما الاستخدامانِ الشائعانِ لموجاتِ الميكروويفِ؟

٧. ما الضوءُ الأبيضُ؟ اذكرْ مصدرَيْنِ له.

٨. ما الطيفُ المرئيُّ؟

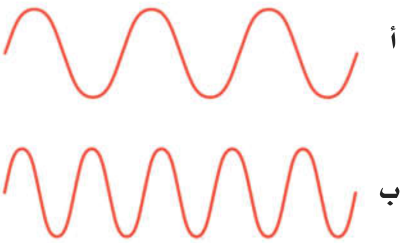
تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** صفْ كيف تكونُ ثلاثةُ أنواعٍ مختلفةٍ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ مفيدةً لكَ حاليًّا.

١٠. **مقارنة:** قارنِ الأطوالَ الموجيَّةَ للموجاتِ تحتَ الحمراءِ وموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ وموجاتِ الضوءِ المرئيِّ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١١. الموجاتُ المبيَّنةُ أدناهُ تُمثِّلُ نوعَيْنِ مختلفَيْنِ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. استخدمِ الرسمَ التخطيطيَّ أدناهُ لتُجيبَ عن السؤالَيْنِ اللذينِ يليانِهُ:



أ. أيُّ موجةٍ لها الطولُ الموجيُّ الأطولُ؟

ب. افترضْ أنَّ إحدى الموجتَيْنِ تُمثِّلُ موجةَ ميكروويف والأخرى موجةَ راديو. أيُّهما تُمثِّلُ موجةَ الميكروويفِ؟

القسمُ
٣

تفاعلاتُ الموجاتِ الضوئيَّةِ

Interactions of light waves

هل سبقَ أن رأيتَ عيونَ القططِ وهي تلمعُ في الظلامِ حين يُسلَّطُ عليها الضوءُ؟ للقططِ طبقةٌ خاصَّةٌ من الخلايا في مؤخَّراتِ عيونها تعكسُ الضوءَ.

تساعدُ هذه الطبقةُ القطَّ على الرؤيةِ بشكلٍ أفضلَ، لأنَّها تمنحُ عينيهِ فرصةً ثانيةً لكشفِ الضوءِ. الانعكاسُ هو أحدُ تفاعلاتِ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةِ. إنَّ قدرتَنا على رؤيةِ الضوءِ المرئيِّ تسهِّلُ توضيحَ كلِّ تفاعلاتِ الموجاتِ الضوئيَّةِ باستخدامِ الضوءِ المرئيِّ.

الانعكاس Reflection

يحدثُ **الانعكاسُ Reflection** حين ترتدُّ موجاتٌ ضوئيَّةٌ عن جسم. ينعكسُ الضوءُ عن الأجسامِ حولَك. فأنتَ حين تنظرُ في مرآةٍ ترى ضوءًا قد انعكسَ مرَّتَيْن. في المرَّةِ الأولى انعكسَ عنكَ وفي المرَّةِ الثانيةِ عن المرآةِ. إذا كانَ الضوءُ ينعكسُ عن الأجسامِ حولَك، فلِمَ لا ترى صورتَكَ على الحائطِ؟ لتُجيبَ عن هذا السؤالِ عليكَ أن تتعلَّمَ قانونَ الانعكاس.

قانونُ الانعكاس The law of reflection

ينعكسُ الضوءُ عن السطوحِ بالطريقةِ نفسِها التي ترتدُّ فيها كرةٌ حين تسقطُ على الأرض. إذا أسقطْتَ كرةً في خطٍّ مستقيمٍ ورأسيٍّ على سطحٍ أملسَ ترتدُّ الكرةُ من السطحِ على الخطِّ نفسِه. لكن إذا رميْتَ الكرةَ نحوَ السطحِ بزاويةٍ معيَّنةٍ، فإنَّها ترتدُّ بعيدًا بزاويةٍ أيضًا. ينصُّ **قانونُ الانعكاس** على أنَّ زاويةَ السقوطِ تساوي زاويةَ الانعكاس. **السقوطُ** يعني وصولَ حزمةٍ ضوئيَّةٍ إلى سطحٍ. يبيِّنُ الشكلُ ١ هذا القانون.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ كيف يسمحُ الانعكاسُ برؤيةِ الأشياءِ.
- يصفُ ظاهرتَي الامتصاصِ والاستطارةِ الضوئيَّتَيْن.
- يوضِّحُ كيف يسبِّبُ الانكسارُ أوهامًا بصريَّةً، ويفصلُ (يحلِّلُ) الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الانعكاس
الامتصاص
الاستطارة
الانكسار

استراتيجيَّةُ القراءةِ

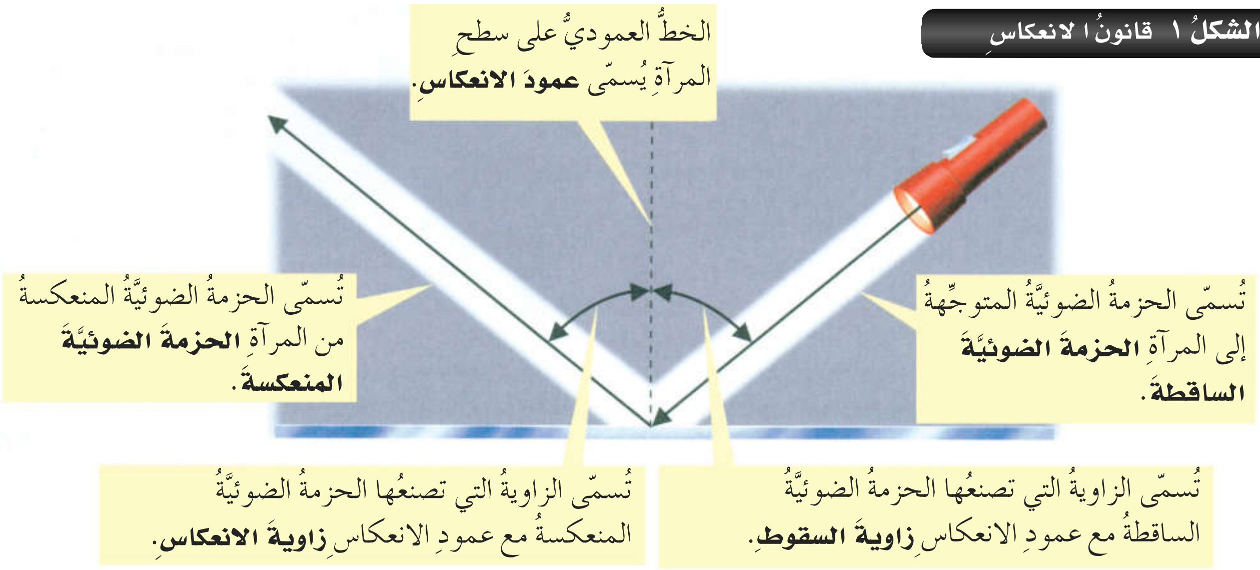
منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ ضعْ خريطةَ مفاهيمَ باستخدامِ التعابيرِ المذكورةِ أعلاهُ.

الانعكاسُ: ارتدادُ حزمةٍ ضوئيَّةٍ لدى اصطدامِها بسطحٍ لا يُمكنُها أن تمرَّ عبرَه.

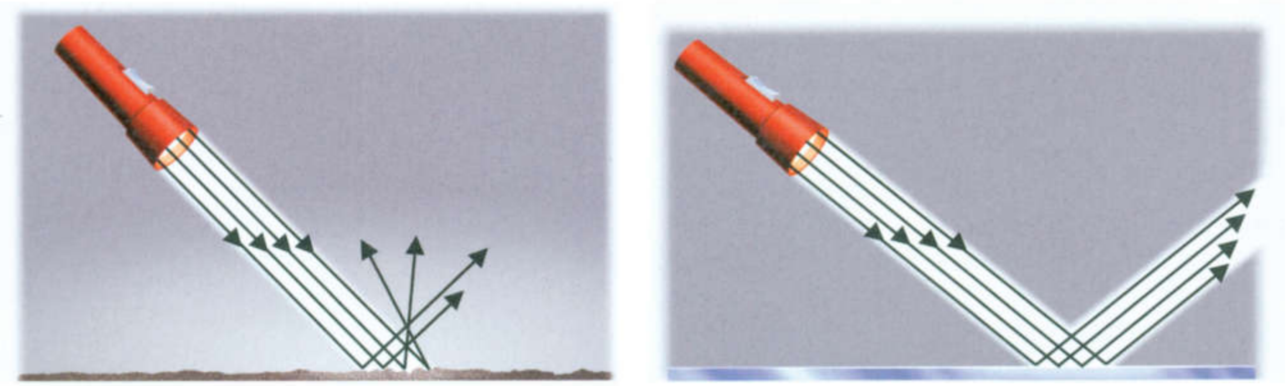
تحقَّقْ

ما قانونُ الانعكاسِ؟

الشكلُ ١ قانونُ الانعكاسِ


الخطُّ العموديُّ على سطحِ المرآةِ يُسمّى **عمودَ الانعكاسِ**.
تُسمّى الحزمةُ الضوئيَّةُ المتوجِّهةُ إلى المرآةِ **الحزمةَ الضوئيَّةَ الساقطةَ**.
تُسمّى الحزمةُ الضوئيَّةُ المنعكسةُ من المرآةِ **الحزمةَ الضوئيَّةَ المنعكسةَ**.
تُسمّى الزاويةُ التي تصنعُها الحزمةُ الضوئيَّةُ الساقطةُ مع عمودِ الانعكاسِ **زاويةَ السقوطِ**.
تُسمّى الزاويةُ التي تصنعُها الحزمةُ الضوئيَّةُ المنعكسةُ مع عمودِ الانعكاسِ **زاويةَ الانعكاسِ**.

الشكلُ ٢ الانعكاسُ المنتظمُ مقابلَ الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ



الانعكاسُ المنتظمُ يحدثُ حين تنعكسُ جميعُ أشعَّةِ الحزمةِ الضوئيَّةِ بالزاويةِ نفسِها.

الانعكاسُ غيرُ المنتظمِ يحدثُ حين تنعكسُ أشعَّةُ الحزمةِ الضوئيَّةِ بزوايا مختلفةٍ.

أنواعُ الانعكاسِ Types of Reflection

لماذا ترى صورتَكَ في المرآةِ ولا تراها في الحائطِ؟ يكمنُ الجوابُ في الفروقِ بينَ السطحَيْنِ. سطحُ المرآةِ مصقولٌ. لذلك تنعكسُ الحزمةُ الضوئيَّةُ الساقطةُ على كلِّ نقطةٍ من سطحِ المرآةِ بالزاويةِ نفسِها. يُسمّى هذا النوعُ من الانعكاسِ **الانعكاسَ المنتظِمَ**. أمّا سطحُ الحائطِ فيكونُ خشنًا. لذلك تنعكسُ الحزمةُ الضوئيَّةُ الساقطةُ على كلِّ نقطةٍ من الحائطِ بزوايا مختلفةٍ. هذا النوعُ من الانعكاسِ يسمّى **الانعكاسَ غيرَ المنتظمِ**. والشكلُ ٢ يوضِّحُ نوعَيِ الانعكاسِ.

تحقَّقْ

ما أنواعُ الانعكاسِ؟

رابطُ علمِ الفلكِ

ضوءُ القمرِ

في بعضِ الليالي يكونُ ضوءُ القمرِ ساطعًا، فتظنُّ أنَّ القمرَ يصدرُ مقدارًا كبيرًا من الضوءِ. لكن هل تعرفُ أن ضوءَ القمرِ هو من ضوءِ الشمسِ؟ فالقمرُ لا يصدرُ ضوءًا. ترى القمرَ لأنَّهُ مضاءٌ بضوءٍ آتٍ من الشمسِ. وترى أطوارًا مختلفةً للقمرِ لأنَّ ضوءَ الشمسِ لا يُنيرُ إلاّ الجزءَ المقابلَ للشمسِ من القمرِ. حضِّرْ ملصقًا يُبيِّنُ الأطوارَ المختلفةَ للقمرِ.

الامتصاصُ والأُستطارة
Absorption and scattering flash light

الامتصاص: هو، في البصريّات، انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيماتِ مادَّةٍ.

الاستطارةُ: تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنيْنِ معًا.

هل لاحظتَ، لدى استخدامِكَ مصباحًا يدويًّا، أنَّ الضوءَ الذي ينيرُ الأشياءَ القريبةَ منك يبدو ساطعًا أكثرَ من الضوءِ الذي ينيرُ الأشياءَ الأبعدَ؟ يصبحُ الضوءُ أقلَّ سطوعًا مع ازديادِ المسافةِ التي يقطعُها بدءًا من المصباحِ اليدويِّ، نتيجةَ تفرُّقِ الحزمةِ الضوئيَّةِ والامتصاصِ والاستطارة.

امتصاصُ الضوءِ Absorption of light

إنَّ انتقالَ طاقةٍ تحملُها الموجاتُ الضوئيَّةُ إلى جسيماتِ مادَّةٍ يُسمّى **الامتصاصَ Absorption**. حينَ تعبرُ حزمةٌ ضوئيَّةٌ الهواءَ تمتصُّ جسيماتُ الهواءِ جزءًا من طاقةِ الضوءِ. ونتيجةً لذلك يصبحُ الضوءُ أكثرَ خفوتًا. كلَّما ازدادتِ المسافةُ التي قطعَها الضوءُ بعيدًا عن مصدرِهِ، ازدادَتْ كمِّيَّةُ الطاقةِ التي تمتصُّها جسيماتُ الهواءِ، وأصبحَ الضوءُ خافتًا أكثرَ.

استطارة الضوءِ Scattering of light

الاستطارة Scattering تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يُغيِّرُ اتِّجاهَ حركةِ الضوءِ أو طاقتَهُ. يستطيرُ الضوءُ في كلِّ الاتِّجاهاتِ بعد اصطدامِهِ بجُسيماتِ مادَّةٍ. يُبيِّنُ الشكلُ ٣ استطارةَ الضوءِ المنبعثِ من السفينةِ إلى خارجِ حزمةِ الأشعَّةِ، بفعلِ جسيماتِ الهواءِ. يسمحُ الضوءُ المستطيرُ برؤيةِ أشياءَ موجودةٍ خارجَ حزمةِ الأشعَّةِ. لكنَّ استطارةَ الضوءِ إلى خارجِ الحزمةِ الضوئيَّةِ تجعلُ الضوءَ أكثرَ خفوتًا.

الاستطارةُ هي التي تجعلُ السماءَ زرقاءَ. كلَّما قصُرَ الطولُ الموجيُّ للموجةِ الضوئيَّةِ ازدادَتْ قابليَّتُها للاستطارةِ. يتألَّفُ ضوءُ الشمسِ من عدَّةِ أضواءٍ ذاتِ ألوانٍ مختلفةٍ. لكنَّ الضوءَ الأزرقَ الذي له طولٌ موجيٌّ قصيرٌ جدًّا يستطيرُ أكثرَ من أيِّ ضوءٍ آخرَ. لذا حينَ تنظرُ إلى السماءِ تراها زرقاءَ.

تحقَّقْ

لِمَ تستطيعُ رؤيةَ الأشياءِ خارجَ حزمةٍ ضوئيَّةٍ؟

الشكلُ ٣ يصبحُ الضوءُ أكثرَ خفوتًا لأسبابٍ عدَّةٍ، منها الاستطارةُ.

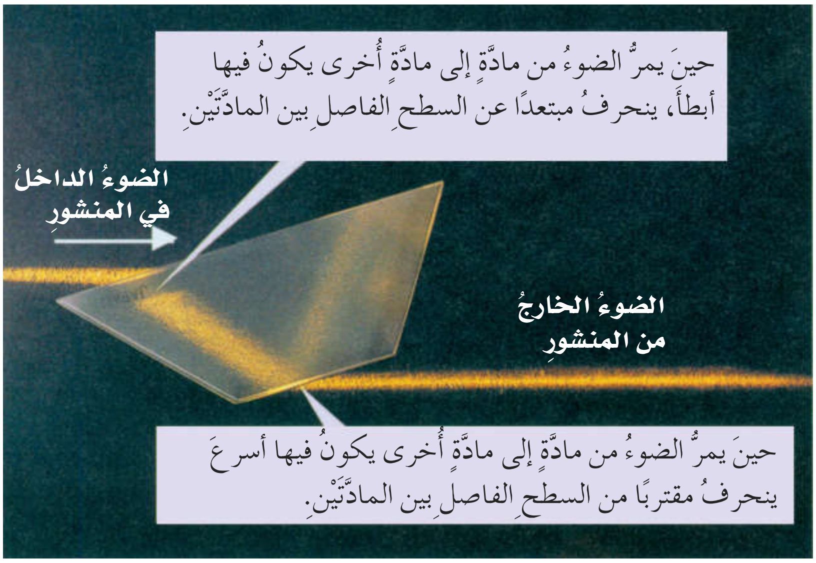
الانكسارُ Refraction

تخيَّلْ أنَّكَ وصديقَكَ جالسان على حافةِ حوضٍ للسباحةِ. وضعَ صديقُكَ قدمَهُ في الماءِ. نظرْتَ إليهِ فبدَتْ لك قدمُهُ كأنَّها انفصلَتْ عن ساقِهِ! ماذا حدثَ؟ أنتَ تعرفُ أنَّ قدمَهُ سليمةٌ، فكيفَ تفسِّرُ ما رأيتَهُ؟ الجوابُ في انكسارِ الضوءِ.

الانكسارُ والموادُّ Refraction and material

الانكسارُ Refraction هو انحرافُ اتِّجاهِ انتقالِ موجةٍ عندَما تنفذُ من مادَّةٍ إلى أُخرى بزاويةٍ غيرِ عموديَّةٍ على السطحِ الفاصلِ بينهُما. يُبيِّنُ الشكلُ ٤ حزمةً ضوئيَّةً انكسرَتْ مرَّتَيْن. يحدثُ انكسارُ الموجاتِ الضوئيَّةِ بسببِ اختلافِ سرعةِ الضوءِ باختلافِ الموادِّ التي تمرُّ موجاتُهُ عبرَها. ينتقلُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةِ 300 000 km/s، لكنَّهُ ينتقلُ بسرعةٍ أقلَّ عبرَ أيِّ مادَّةٍ شفَّافةٍ. فسرعةُ انتقالِ الضوءِ في الزجاجِ مثلاً، تبلغُ حوالي 200 000 km/s تقريبًا. وحين تدخلُ موجةٌ ضوئيَّةٌ إلى مادَّةٍ جديدةٍ بزاويةٍ تتغيَّرُ سرعتُها داخلَها عن سرعتِها في المادَّةِ الأولى. نتيجةً لذلك تنحرفُ الموجةُ وتتحرَّكُ في اتِّجاهٍ جديدٍ. لكن إذا دخلَتِ الموجةُ الضوئيَّةُ مادَّةً جديدةً بشكلٍ عموديٍّ على السطحِ الفاصلِ، فإنَّها لا تنحرفُ. لكن بسببِ تغيُّرِ السرعةِ تبقى ظاهرةُ الانكسارِ موجودةً. وهذا ما يفسِّرُ لماذا نرى عمقَ حوضِ السباحةِ أقلَّ ممّا هو في الحقيقةِ.

الشكلُ ٤ ينتقلُ الضوءُ عبرَ الزجاجِ بسرعةٍ أقلَّ من سرعتِهِ في الهواءِ. وهكذا ينكسرُ الضوءُ حين يمرُّ من الهواءِ إلى الزجاجِ أو من الزجاجِ إلى الهواءِ بزاويةٍ غيرِ عموديَّةٍ على السطحِ الفاصلِ بينَ المادَّتَيْن. لاحظْ أنَّ جزءًا من الضوءِ انعكسَ أيضًا في داخلِ المنشورِ.


حينَ يمرُّ الضوءُ من مادَّةٍ إلى مادَّةٍ أُخرى يكونُ فيها أبطأَ، ينحرفُ مبتعدًا عن السطحِ الفاصلِ بين المادَّتَيْن.
الضوءُ الداخلُ في المنشورِ
الضوءُ الخارجُ من المنشورِ
حينَ يمرُّ الضوءُ من مادَّةٍ إلى مادَّةٍ أُخرى يكونُ فيها أسرعَ ينحرفُ مقتربًا من السطحِ الفاصلِ بينَ المادَّتَيْن.

الانكسارُ: انحرافُ الموجةِ عند مرورِها من مادَّةٍ إلى أُخرى، لاختلافِ سرعتِها في المادَّةِ الأولى عن سرعتِها في المادَّةِ الأُخرى.

مختبرٌ سريع

اللبنُ (الحليبُ) يسبِّبُ الاستطارة

١. املأْ **قارورةً من البلاستيكِ الشفّافِ قياسَ L 2 بالماءِ.**

٢. أطفئِ الأنوارَ وسلِّطْ ضوءَ مصباحٍ يدويٍّ على الماءِ. انظرْ إلى الماءِ من كلِّ جهاتِ القارورةِ. صفْ كتابيًّا ما تراهُ.

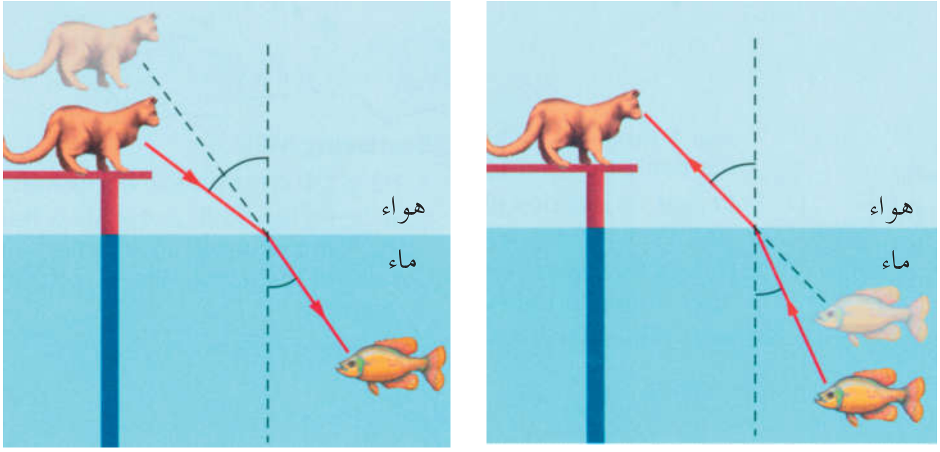
٣. أضفْ **٣ قطراتٍ من اللبنِ (الحليبِ)** إلى الماءِ، وهزَّ القارورةَ لتخلطَ الماءَ واللبنَ (الحليبَ).

٤. كرِّرِ الخطوةَ ٢. صفْ أيَّ تغيُّراتٍ في اللونِ. إذا لم ترَ أيَّ تغيُّرٍ، أضفِ المزيدَ من اللبنِ (الحليبِ) إلى أن ترى تغيُّراتٍ في اللونِ.

٥. فيمَ يُشبهُ خليطُ اللبنِ (الحليبِ) والماءِ جسيماتِ الهواءِ في الغلافِ الجويِّ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تحقَّقْ

لماذا ينكسرُ الضوءُ؟



الشكلُ ٥ بسببِ الانكسارِ ترى كلٌّ من القطّةِ والسمكةِ وهمًا بصريًّا. يرى القطُّ السمكةَ أقربَ ممّا هي في الواقعِ. وترى السمكةُ القطَّ أبعدَ ممّا هي في الواقعِ.

الانكسارُ والأوهامُ البصريّةُ
Refraction and optical illusions

حينَ تنظرُ إلى جسمٍ ينتقلُ عادةً الضوءُ المُنعكسُ عن هذا الجسمِ في خطٍّ مستقيمٍ إلى عينِكَ. يفسِّرُ دماغُكَ دائمًا الضوءَ على أنَّهُ ينتقلُ في خطٍّ مستقيمٍ إلى العينِ. لكن حينَ تنظرُ إلى جسمٍ تحتَ الماءِ، فإنَّ الضوءَ المُنعكسَ عن هذا الجسمِ لا ينتقلُ في خطٍّ مستقيمٍ إلى عينِكَ. بل ينكسرُ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** كيفَ أنَّ الانكسارَ يولِّدُ وهمًا بصريًّا. هذا الوهمُ يجعلُ قدمَ شخصٍ تبدو منفصلةً عن ساقِهِ حينَ تكونُ قدمُهُ مغمورةً بالماءِ.

الانكسارُ وفصلُ (تحليلُ) الألوانِ
Refraction and color separation

يتكوَّنُ الضوءُ الأبيضُ من جميعِ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ. عينُ الإنسانِ ترى مُختلفَ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ كألوانٍ مختلفةٍ. حينَ ينكسرُ الضوءُ الأبيضُ، يكونُ انحرافُ الضوءِ مرتبطًا بطولِهِ الموجيِّ. فالموجاتُ ذاتُ الأطوالِ الموجيَّةِ القصيرةِ تنحرفُ أكثرَ من الموجاتِ ذاتِ الأطوالِ الموجيَّةِ الطويلةِ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٦**، فينفصلُ (يتحلَّلُ) الضوءُ الأبيضُ إلى ألوانٍ مختلفةٍ عندَ الانكسارِ. انفصالُ (تحلُّلُ) الألوانِ بفعلِ الانكسارِ يسبِّبُ أقواسَ المطرِ. تتكوَّنُ أقواسُ المطرِ حينَ ينكسرُ ضوءُ الشمسِ بواسطةِ قطراتِ المطرِ.

مختبرٌ سريع

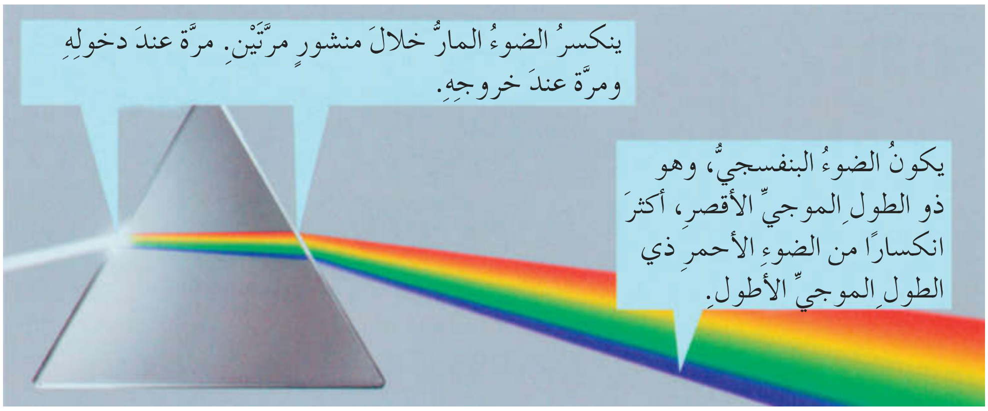
تشكيلُ قوسِ المطرِ

١. شُقَّ **قطعةً من الورقِ المقوّى** مستخدمًا **مقصًّا**.

٢. **ألصقْ قطعةَ** الورقِ المقوّى على الطرفِ المُضيءِ من **مصباحٍ يدويٍّ**.

٣. أضئِ المصباحَ اليدويَّ وضعْهُ على طاولةٍ. ضعْ **منشورًا** على الطاولةِ في مسارِ الحزمةِ الضوئيَّةِ.

٤. أدرِ المنشورَ ببطءٍ إلى أن ترى قوسَ مطرٍ على سطحِ الطاولةِ. ارسمِ الشكلَ التخطيطيَّ للحزمةِ الضوئيَّةِ والمنشورِ وقوسِ المطرِ.



ينكسرُ الضوءُ المارُّ خلالَ منشورٍ مرّتَينِ. مرّةً عندَ دخولِهِ ومرّةً عندَ خروجِهِ.

يكونُ الضوءُ البنفسجيُّ، وهو ذو الطولِ الموجيِّ الأقصرِ، أكثرَ انكسارًا من الضوءِ الأحمرِ ذي الطولِ الموجيِّ الأطولِ.

الشكلُ ٦ المنشورُ قطعةٌ من الزجاجِ تفصلُ (تُحلِّلُ)، بفعلِ الانكسارِ، الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- ينصُّ قانونُ الانعكاسِ على أنَّ زاويةَ السقوطِ تساوي زاويةَ الانعكاسِ.
- الامتصاصُ انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيماتِ مادَّةٍ. الاستطارةُ هو تفاعلٌ بينَ الضوءِ والمادَّةِ ينتجُ منه تغيُّرُ اتِّجاهِ الضوءِ.
- يُمكنُ أن يُشكِّلَ انكسارُ الموجاتِ الضوئيَّةِ أوهامًا بصريَّةً. ويُمكنُ أن يفصلَ (يحلِّلَ) الانكسارُ الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ الفرقَ بينَ مفردتَيْ كلِّ سؤالٍ:

أ. الانكسارُ والانعكاسُ.

ب. الامتصاصُ والاستطارةُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيُّ تفاعلٍ للضوءِ يفسِّرُ رؤيتَك لأشياءَ لا تصدرُ ضوءَها الخاصَّ؟

أ. الامتصاصُ.

ب. الانعكاسُ.

ج. الانكسارُ.

د. الاستطارةُ.

٣. وضِّحْ كيفَ يؤثِّرُ الامتصاصُ والاستطارةُ في حزمةٍ ضوئيَّةٍ.

٤. لماذا تبدو الأشياءُ الموجودةُ تحتَ الماءِ أقربَ ممّا هي في الواقعِ؟

٥. كيفَ يفصلُ (يحلِّلُ) المنشورُ الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانٍ مختلفةٍ؟

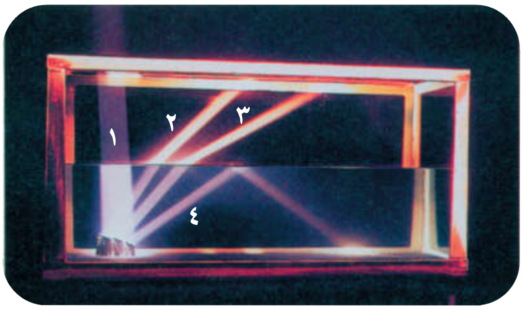
تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: وضِّحْ لماذا ترى صورتَكَ على سطحِ ماءِ البركةِ ولا تراها على قطعةٍ من قماشٍ؟

٧. **استدلال**: لا ينتجُ كوكبُ المرِّيخِ ضوءًا. وضِّحْ سببَ رؤيتِك للمرِّيخِ يشعُّ كالنجومِ في الليلِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. استخدمِ الصورةَ التاليةَ لتُجيبَ عن السؤالَيْنِ اللذَيْنِ بعدَها.



أ. لماذا لا تنحرفُ الحزمةُ الضوئيَّةُ (١) كالحزمتَيْنِ (٢، ٣) اللتينِ في وسطِ خزّانِ الماءِ؟

ب. ما هو تفاعلُ الضوءِ الذي يوضِّحُ ما يحدثُ للحزمةِ الضوئيَّةِ (٤)؟

القسمُ
٤

الضوءُ واللونُ Light and color

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يعدِّدُ الطرائقَ الثلاثَ لتفاعلِ الضوءِ مع المادَّةِ، ويصفُها.
- يوضِّحُ كيف يُحدَّدُ لونُ جسمٍ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

النفاذُ
شبهُ الشفّافِ
الشفّافُ
المعتمُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ قراءةً متأمِّلةً. سجِّلِ الأسئلةَ التي تتكوَّنُ لديكَ. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ من زملائِكَ.

النفاذُ: مرورُ الضوءِ أو أيِّ شكلٍ من أشكالِ الطاقةِ عبرَ مادَّةٍ.

لماذا الخيارُ أخضرُ والموزُ أصفرُ؟ كيف تكونُ زجاجةُ المشروبِ الغازيِّ خضراءَ ويُمكنُكَ أن ترى عبرَها؟

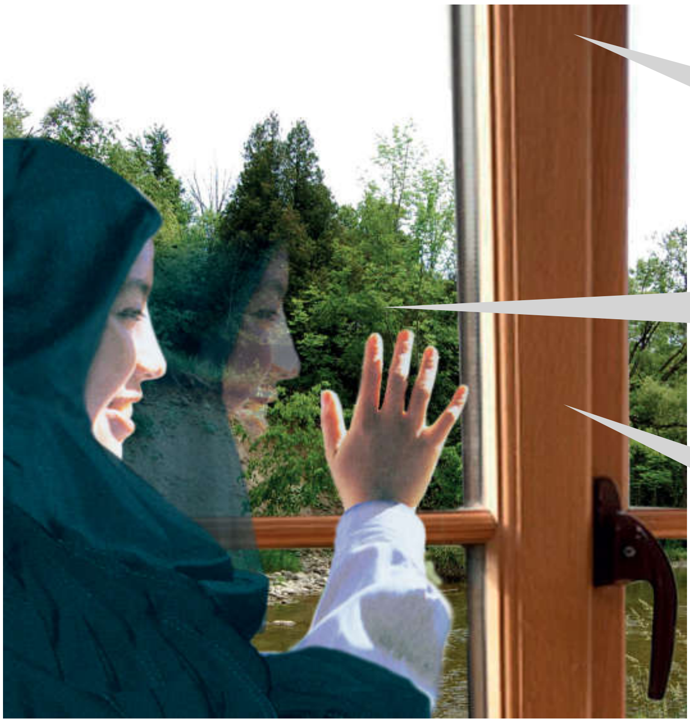
إذا كانَ الضوءُ الأبيضُ مكوَّنًا من جميعِ ألوانِ الضوءِ فكيفَ تحصلُ الأشياءُ على ألوانِها من الضوءِ الأبيضِ؟ لماذا لا تكونُ جميعُ الأشياءِ بيضاءَ في الضوءِ الأبيضِ؟ هذه أسئلةٌ جيِّدةٌ! لكي تُجيبَ عنها عليك أن تعرفَ كيف يتفاعلُ الضوءُ مع المادَّةِ.

الضوءُ والمادَّةُ Light and matter

حين يسقطُ ضوءٌ على أيِّ مادَّةٍ يتفاعلُ معها بثلاثِ طرائقَ مختلفةٍ: هي الانعكاسُ والامتصاصُ والنفاذُ.

يحدثُ الانعكاسُ حينَ يرتدُّ الضوءُ عن جسمٍ. يسمحُ لك الضوءُ المنعكسُ أن ترى الأشياءَ. أمّا الامتصاصُ فهو انتقالُ الطاقةِ الضوئيَّةِ إلى المادَّةِ. يُسبِّبُ امتصاصُ الطاقةِ الضوئيَّةِ ارتفاعًا في درجةِ الحرارةِ. و**النفاذُ** **Transmission** هو مرورُ الضوءِ عبرَ مادَّةٍ. أنتَ ترى نفاذَ الضوءِ في كلِّ الأوقاتِ. فالضوءُ الذي يصلُ إلى عينَيْك يكونُ قد نفذَ عبرَ الهواءِ. يتفاعلُ الضوءُ مع المادَّةِ بطرائقَ مختلفةٍ في الوقتِ نفسِه. فحينَ يسقطُ الضوءُ على زجاجِ النافذةِ ينفذُ جزءٌ منه وينعكسُ جزءٌ آخرُ، ويُمتصُّ الباقي كما يظهرُ في الشكلِ ١.

الشكلُ ١ النفاذُ والانعكاسُ والامتصاصُ

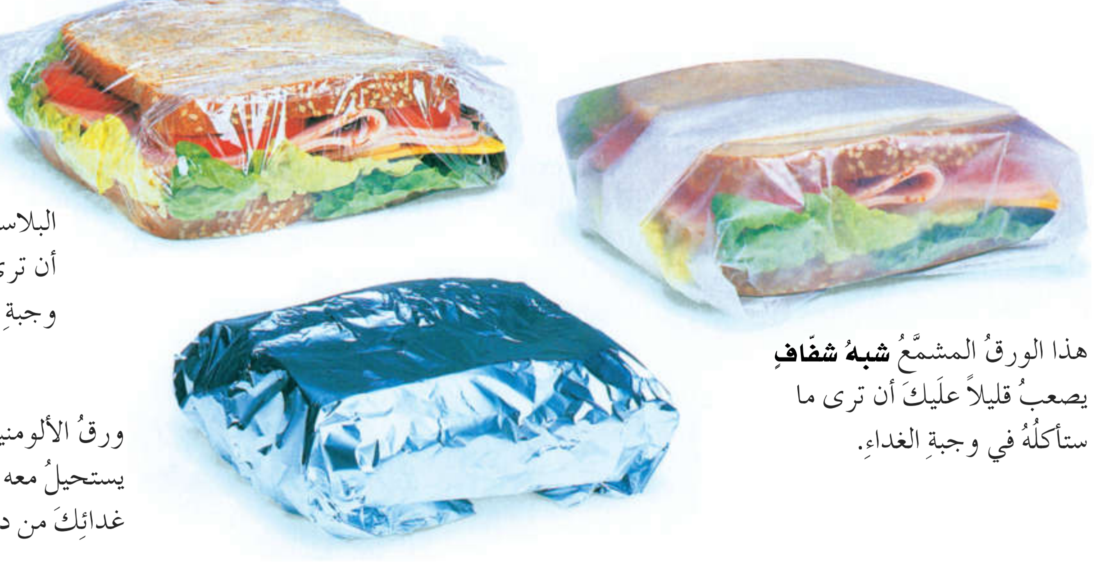


يُمكنُكَ أن ترى أجسامًا في الخارجِ، لأنَّ الضوءَ قد **نفذَ** عبرَ الزجاجِ.

يُمكنُكَ أن ترى الزجاجَ وصورتَكَ المنعكسةَ عنه لأنَّ الضوءَ قد **انعكسَ** عن الزجاجِ.

تحسُّ أنَّ الزجاجَ أصبحَ ساخنًا حينَ تلمسُهُ لأنَّ الزجاجَ قد **امتصَّ** بعضَ الضوءِ.

الشكلُ ٢ الشفّافُ وشبهُ الشفّافِ والمعتمُ



البلاستيكُ **شفّافٌ**. سهلٌ أن ترى ما ستأكلُهُ في وجبةِ الغداءِ.

هذا الورقُ المشمَّعُ **شبهُ شفّافٍ** يصعبُ قليلاً عليكَ أن ترى ما ستأكلُهُ في وجبةِ الغداءِ.

ورقُ الألومنيومِ هذا **معتمٌ**، يستحيلُ معه أن ترى وجبةَ غدائِكَ من دونِ أن تنزعَهُ.

أنواعُ المادَّةِ Types of matter

المادَّةُ التي ينفذُ الضوءُ المرئيُّ عبرَها بسهولةٍ هي مادَّةٌ **شفّافةٌ Transparent**. الهواءُ والزجاجُ والماءُ أمثلةٌ على المادَّةِ الشفّافةِ. يُمكنُكَ أن ترى أجسامًا بوضوحٍ حينَ تنظرُ إليها عبرَ مادَّةٍ شفّافةٍ.

أحيانًا تكونُ نوافذُ الحمّاماتِ مصنوعةً من زجاجٍ مسنفرٍ (غير مصقول). إذا نظرْتَ عبرَ إحدى هذه النوافذِ ترى فقط أشكالاً غيرَ محدَّدةٍ. لا يُمكنُكَ أن ترى بوضوحٍ عبرَ زجاجٍ مسنفرٍ، لأنَّهُ شبهُ شفّافٍ. المادَّةُ **شبهُ الشفّافةِ Translucent** تسمحُ للضوءِ أن ينفذَ عبرَها وتُشتِّتَهُ. الورقُ المشمَّعُ مثالٌ على المادَّةِ شبهِ الشفّافةِ.

المادَّةُ التي لا تسمحُ للضوءِ بأن ينفذَ عبرَها تُعرفُ باسمِ المادَّةِ **المعتمةِ Opaque**. لا يُمكنُكَ أن ترى عبرَ أجسامٍ معتمةٍ. الفلزّاتُ والخشبُ وهذا الكتابُ، أمثلةٌ على أجسامٍ معتمةٍ. يُمكنُكَ أن تقارنَ مادَّةً شفّافةً ومادَّةً شبهَ شفّافةٍ ومادَّةً معتمةً في الشكلِ ٢.

شفّافٌ: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالمرورِ عبرَها.

شبهُ شفّافٍ: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالنفاذِ، لكنَّها لا تسمحُ بنفاذِ صورةٍ واضحةٍ.

معتمٌ: صفةٌ للجسمِ الذي ليسَ شفّافًا أو ليسَ شبهَ شفّافٍ لا يسمحُ بمرورِ الضوءِ ولا تُرى الأجسامُ من خلالِها.

ألوانُ الأجسامِ Colors of objects

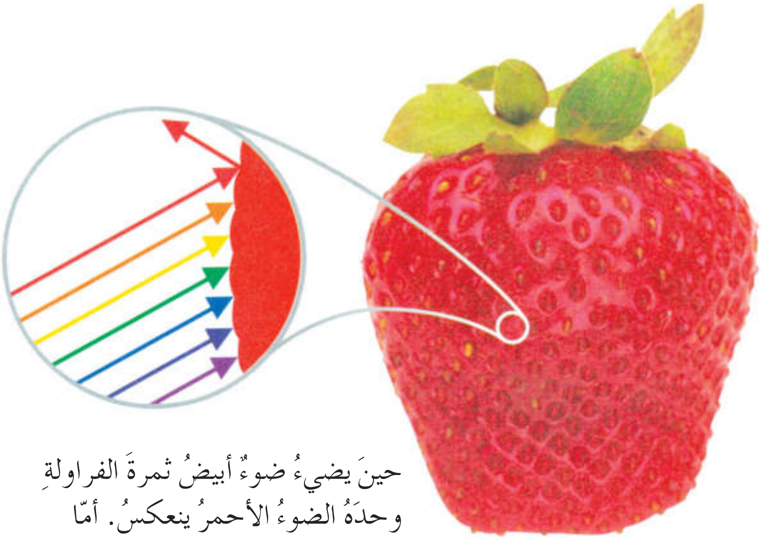
كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ؟ يرى الناسُ الأطوالَ الموجيَّةَ المرئيَّةَ المختلفةَ للضوءِ كألوانٍ مختلفةٍ، حيثُ يُرى أطولُها كلونٍ أحمرَ، وأقصرُها كلونٍ بنفسجيٍّ.

يتحدَّدُ لونُ جسمٍ بالأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ الذي يصلُ إلى عينَيْكَ من هذا الجسمِ. يصلُ الضوءُ إلى عينَيْكَ بعدَ انعكاسِهِ عن هذا الجسمِ أو نفاذِهِ خلالَه. حينَ تستقبلُ عيناكَ الضوءَ تبعثانِ إشاراتٍ إلى دماغِكَ. ويفسِّرُ دماغُكَ الإشاراتِ كألوانٍ.

تحقّقْ

أعطِ مثالَيْن على أجسامٍ شفّافةٍ.

الشكلُ ٣ الأجسامُ المعتمةُ واللونُ



حينَ يضيءُ ضوءٌ أبيضُ ثمرةَ الفراولةِ وحدَهُ الضوءُ الأحمرُ ينعكسُ. أمّا الألوانُ الأخرى فتمتصُّها الفراولةُ. لذلك ترى الفراولةَ حمراءَ.

الوبرُ الأبيضُ على جلدِ هذه البقرةِ يعكسُ كلَّ الألوانِ، في حينِ أنَّ الوبرَ الأسودَ يمتصُّ كلَّ الألوانِ.

ألوانُ الأجسامِ المعتمةِ Colors of opaque objects

حين يسقطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ يمتصُّ بعضَ الألوانِ، ويعكسُ بعضَها الآخرَ. وحدَهُ الضوءُ المنعكسُ يصلُ إلى عينَيْكَ. خلاصةُ القولِ أنَّ الألوانَ التي يعكسُها الجسمُ المعتمُ هي التي تُحدِّدُ اللونَ الذي تراهُ للجسمِ. إذا كانَ قميصٌ يعكسُ الضوءَ الأزرقَ، مثلاً، ويمتصُّ كلَّ الألوانِ الأخرى، فإنَّكَ ترى القميصَ أزرقَ اللونِ. مثالٌ آخرُ على ذلكَ يبيِّنُهُ **الشكلُ ٣**، إلى جهةِ اليمينِ.

ما الألوانُ التي يعكسُها جسمُ البقرةِ الظاهرةِ في يسارِ **الشكلِ ٣**؟ تذكَّرْ أنَّ الضوءَ الأبيضَ يحتوي على جميعِ الألوانِ. وهكذا فإنَّ الأجسامَ البيضاءَ، كوبرِ البقرةِ الأبيضِ، تبدو كذلكَ لأنَّ كلَّ الألوانِ تنعكسُ عليها. من ناحيةٍ أخرى، فإنَّ الأسودَ يمثِّلُ غيابَ اللونِ، فحينَ يسقطُ الضوءُ الأبيضُ على جسمٍ أسودَ فإنَّ جميعَ الألوانِ تُمتصُّ.

تحقَّقْ

ماذا يحدثُ حينَ يسقطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ ملوَّنٍ؟

ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ

Colors of transparent and translucent objects

تتحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ بطريقةٍ مختلفةٍ عن طريقةِ تحديدِ ألوانِ الأجسامِ المعتمةِ. زجاجُ النوافذِ عادةً لا لونَ له في الضوءِ الأبيضِ، لأنَّهُ يسمحُ بنفاذِ كلِّ الألوانِ التي تسقطُ عليهِ. لكنَّ بعضَ الأجسامِ الشفّافةِ ملوَّنةٌ. حين تنظرُ عبرَ أجسامٍ ملوَّنةٍ شفّافةٍ أو شبهِ شفّافةٍ، ترى لونَ الضوءِ النافذِ عبرَ المادَّةِ. أمّا الألوانُ الأخرى فتكونُ قد امتُصَّتْ كما يظهرُ في الشكلِ ٤.

الشكلُ ٤ هذه القارورةُ خضراءُ لأنَّ البلاستيكَ الذي صُنعَتْ منهُ يسمحُ بنفاذِ الضوءِ الأخضرِ عبرَهُ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تكونُ الأجسامُ شفّافةً أو شبهَ شفّافةٍ أو معتمةً بحسبِ قابليَّتِها لأنْ ينفذَ الضوءُ من خلالِها.
- تُحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ المعتمةِ بالضوءِ الملوَّنِ الذي تعكسُهُ.
- تُحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ بالضوءِ الملوَّنِ الذي تسمحُ له بالنفاذِ من خلالِها.
- الضوءُ الأبيضُ خليطٌ من كلِّ الأضواءِ الملوَّنةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بينَ مفهومَي: النفاذِ والشفّافِ.

٢. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من: شبهِ شفّافٍ ومعتمٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. يُمكنُكَ أن ترى من خلالِ نافذةِ السيّارةِ، لأنَّ النافذةَ جسمٌ:

أ. معتمٌ.

ب. شبهُ شفّافٍ.

ج. شفّافٌ.

د. قابلٌ للنفاذِ.

٤. اذكرْ وصِفْ ثلاثَ طرائقَ لتفاعلِ الضوءِ مع المادَّةِ.

٥. كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ معتمٍ؟

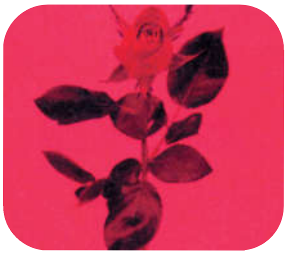
٦. كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ شفّافٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ:** ماذا يحدثُ لمختلفِ الأضواءِ الملوَّنةِ حينَ يُسلَّطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ بنفسجيٍّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. انظرْ إلى الصورةِ التاليةِ. لقد صُوِّرَتِ الوردةُ الحمراءُ بالضوءِ الأحمرِ. فسِّرْ لماذا تظهرُ الأوراقُ سوداءَ والبتلاتُ حمراءَ.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. ضعْ أمامَ تعريفِ المفردةِ حرفَ المفردةِ الصحيحةِ.

أ. الاستطارةُ.
ب. شبهُ الشفّافِ.
ج. الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ.
د. الإشعاعُ.
هـ. المعتمُ.
و. النفاذُ.
ز. الطيفُ الكهرومغناطيسيُ.

______ نقلُ الطاقةِ بواسطةِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ.
______ هذا الكتابُ مثالٌ عليهِ.
______ الضوءُ نوعٌ منها، ويُمكنُها أن تنتقلَ عبرَ مادَّةٍ أو عبرَ الفراغِ.
______ ينتقلُ الضوءُ من خلالِهِ عبرَ مادَّةٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. تنقلُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ:

أ. شحناتٍ.
ب. مجالاتٍ.
ج. مادَّةً.
د. طاقةً.

٣. الأجسامُ التي تسمحُ بنفاذِ الضوءِ من خلالِها بسهولةٍ، هي:

أ. معتمةٌ.
ب. شبهُ شفّافةٍ.
ج. شفّافةٌ.
د. ملوَّنةٌ.

٤. ترى طيفَكَ في المرآةِ بسببِ:

أ. الامتصاصِ.
ب. الاستطارةِ.
ج. الانعكاسِ المنتظمِ.
د. الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ.

٥. يُنتِجُ المنشورُ ألوانَ قوسِ المطرِ بواسطةِ:

أ. الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ.
ب. الانعكاسِ المنتظمِ.
ج. الانكسارِ.
د. الامتصاصِ.

٦. أيُّ نوعٍ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ هو الأسرعُ في الفراغِ؟

أ. موجاتُ الراديو.
ب. الضوءُ المرئيُّ.
ج. أشعَّةُ كاما.
د. كلُّها تنتقلُ بالسرعةِ نفسِها.

٧. الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ مكوَّنةٌ من:

أ. جسيماتٍ تهتزُّ.
ب. جسيماتٍ مشحونةٍ تهتزُّ.
ج. مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ يهتزّانِ.
د. كلِّ ما وردَ.

إجابةٌ قصيرةٌ

٨. كيفَ تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما؟

٩. اذكرِ استخدامَيْنِ لموجاتِ الراديو.

١٠. لماذا تصعبُ الرؤيةُ عبرَ زجاجٍ مسنفرٍ؟

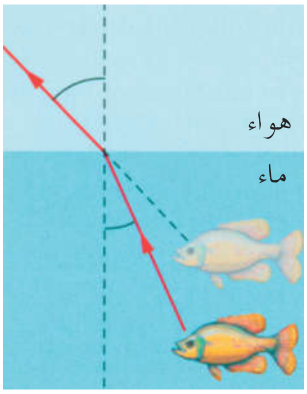
مهاراتٌ رياضيّاتٍ

١١. احسبِ الزمنَ الذي يستغرقُهُ وصولُ الضوءِ المنطلقِ من الشمسِ إلى كوكبِ عطاردَ الذي يبعدُ مسافةَ 54 900 000 km عن الشمسِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيمِ:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: **الضوءُ، المادَّةُ، الانعكاسُ، الامتصاصُ، النفاذُ.**

١٣. **تطبيقُ المفاهيمِ:** الخرشنةُ نوعٌ من الطيورِ يغوصُ في الماءِ ليلتقطَ الأسماكَ. حينَ يبدأُ طائرُ الخرشنةِ تعلُّمَ التقاطِ السمكِ وهو صغيرٌ، لا ينجحُ كثيرًا. على هذا الطائرِ أن يتعلَّمَ أنَّ السمكةَ حينَ تبدو في موقعٍ ما تحتَ الماءِ، تكونُ في موقعٍ مختلفٍ في الحقيقةِ. لماذا يرى طائرُ الخرشنةِ السمكةَ في الموقعِ الخطأِ؟

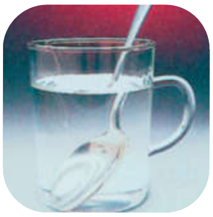


١٤. **استدلال:** إذا تأمَّلْتَ موقفًا للسيّاراتِ في فصلِ الصيفِ، ترى ستائرَ واقيةً من الشمسِ وُضِعَتْ على زجاجِ السيّاراتِ. كيف تساهمُ الستائرُ الواقيةُ من الشمسِ في إبقاءِ داخلِ السيّارةِ باردًا؟

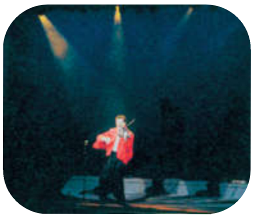
تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٥. تُبيِّنُ كلٌّ من الصورِ التاليةِ تأثيرًا لتفاعُلِ موجاتٍ ضوئيَّةٍ. حدِّدِ التفاعلَ الذي تشملُهُ كلُّ صورةٍ.

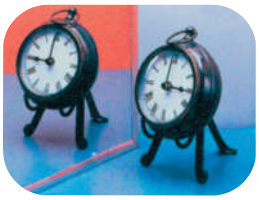
أ.



ب.

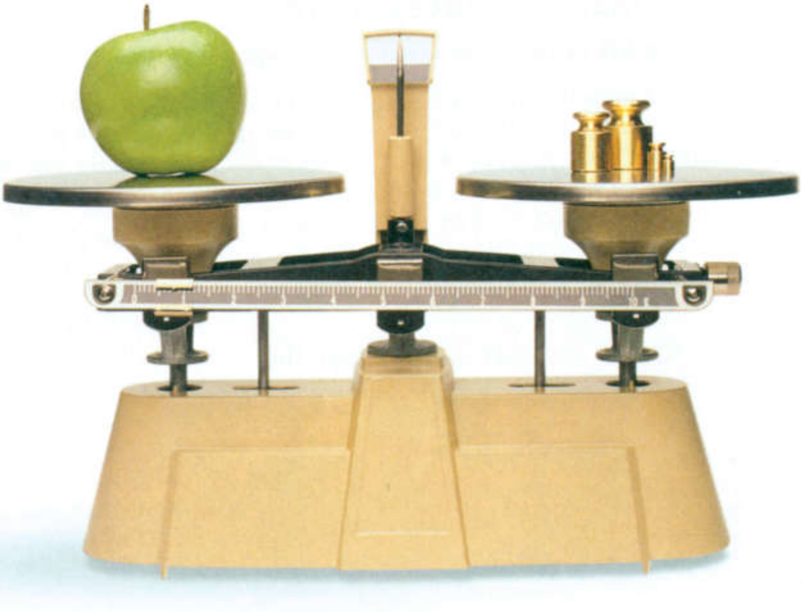


ج.



المحتويات

مهاراتُ الدراسةِ........................٣٠٣
إنجازُ الرسومِ البيانيَّةِ ٣٠٧
وحداتُ القياسِ........................٣١٢
المنهجيَّةُ العلميَّةُ........................٣١٤
الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ................ ٣١٦



مهاراتُ الدراسةِ

تعليماتٌ حولَ ملفِّ الملاحظاتِ

هل حاولْتَ الاستعدادَ لاختبارٍ أو لامتحانٍ سريعٍ ولم تكنْ تعرفُ من أين تبدأُ؟ أو هل قرأْتَ درسًا ووجدْتَ أنّكَ لا تتذكّرُ سوى بعضِ الأفكارِ؟ حسنًا، ملفُّ الملاحظات وسيلةٌ مسلّيةٌ ومثيرةٌ تساعدُك على تعلُّم واستذكارِ الأفكارِ العلميَّةِ التي تواجهُها وأنتَ تتعلَّمُ العلومَ!

ملفاتُ الملاحظاتِ أدواتٌ يمكنُك استخدامُها في تنظيمِ المفاهيمِ. بالتركيزِ على بعضِ المفاهيمِ الأساسيَّةِ، يمكنُ لملفِّ الملاحظاتِ أن يعلِّمكَ وَيذكِّركَ كيف ترتبطُ المفاهيمُ معًا. يساعدُك ملفُّ الملاحظاتِ على بناءِ صورةٍ شاملةٍ. سوف تجدُ أدناه تعليماتٍ لكيفيَّةِ القيامِ بإعدادِ ٠١ ملفّاتِ ملاحظاتٍ مختلفةٍ.

هرمٌ

١ ضعْ أمامَك ورقةً بيضاء. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليُسرى من الورقةِ قطريًّا نحوَ الطرفِ المُقابلِ للورقةِ.

٢ قصَّ الطرفَ الأعلى الزائدَ نتيجةَ الطيِّ.

٣ افتحِ الورقةَ. سوف تحصلُ على مربَّعٍ. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليمنى أيضًا قطريًّا نحو الطرفِ المُقابلِ، لتحصلَ على شكلِ مُثلَّثٍ.

٤ افتحِ الورقةَ. سوفَ تكوِّنُ علامتا الطيِّ الشكلَ x.

٥ قصَّ بوساطةِ مقصٍّ، وفقَ إحدى علامتيِ الطيِّ. ابتدئ من أيِّ زاويةٍ، وتوقَّفْ في مركزِ الورقةِ مُشكِّلاً طرفَيْن. استخدمْ شريطًا لاصقًا، أو لاصقًا سائلاً، لتثبيتِ طرفٍ على طرفٍ آخرَ.

كُتيِّبٌ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الطيَّةِ عرضيًّا.

٣ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ وفقَ علامتَي الطيِّ اللتيْن حَصلْتَ عليهِما في الخطوةِ رقمِ 1. لا تقصَّ كاملَ الخطِّ.

٤ لقدْ حصلْتَ على كتيّبٍ من أربعِ أوراقٍ.

جدولٌ ثنائيُّ اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًا. ثمَّ افتحِ الورقةَ بحيث ترى المقطعَيْن.

٣ قُصَّ بوساطةِ مقصٍّ من أعلى علامةِ الطيِّ الرأسيَّةِ حتى تصلَ إلى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ. حصلْتَ الآنَ على طرفَيْن متدلّيَيْن.

رباعيُّ الطيّاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا. ثم افتحِ الورقةَ.

٢ قمْ بطيِّ كلِّ من الجزءَيْن عرضيًا، حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٣ قمْ بطيِّ الورقةِ من منتصفِها طوليًا. ثم افتحِ الورقةَ.

٤ قُصَّ، بوساطةِ مقصٍّ، علامةَ الطيِّ التي تشكَّلَتْ في الخطوةِ 3، لكي تشكِّلَ 4 ألسنٍ.

كتابٌ من طبقاتٍ

١ ضعْ ورقةً فوقَ ورقةٍ أخرى. أزِحِ الورقةَ العليا بحيث يظهرُ حوالي 2 cm من أسفلِ الورقةِ الخلفيَّةِ.

٢ أمسكْ بالورقتَيْن معًا، قمْ بطيِّهما عرضيًا بحيث تشاهدُ أربعَ حواشٍ بعرضِ 2 cm من كلِّ ورقةٍ.

٣ اكبسْ أعلى الملفِّ بواسطةِ دبّاسةٍ.

مصراعا بابٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا، ثم افتحِ الورقةَ.

٢ قمْ أيضًا بطيِّ الجزءَيْن العلويِّ والسفليِّ من الورقةِ حتى علامةِ الطيِّ عندَ منتصفِ الورقةِ، للحصولِ على مصراعَيْن.

مطويةٌ ثلاثيّةٌ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ بشكلٍ ثلاثيٍّ عرضيًا.

٢ افتحِ الورقةَ بحيثُ تشاهدُ ثلاثةَ أقسامٍ.

٣ استخدمْ قلمًا لتضعَ خطًّا فوقَ علاماتِ الطي. عنونِ الأعمدةَ بـ «أعرف»، «أريدُ أن أعرف»، «تعلَّمت».

الجدولُ المطويُّ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا، ثم قمْ بطيِّ كلِّ نصفٍ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًّا إلى ثلاثِ طيّاتٍ.

٣ افتحِ الورقةَ بشكلٍ كاملٍ. استخدمْ قلمًا لترسُمَ بتأنٍّ خطوطًا على علاماتِ الطيِّ.

جدولٌ ثلاثي اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ في وسطِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ بشكلٍ ثلاثيٍّ من جهةٍ إلى جهةٍ. ثمَّ افتحِ الورقةَ، بحيثُ تستطيعُ رؤيةَ المقاطعِ الثلاثةِ.

٣ قصَّ الورقةَ عند خطَّيِ الطيِّ اللذَيْن أحدثْتَهما في الخطوةِ 2، إلى خطِّ الطيِّ الوسطيِّ. سوفَ تحصلُ على ثلاثِ لوحاتٍ.

بطاقةُ مفرداتٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ مُخطَّطةٍ بمربّعاتٍ من منتصفِها، طوليًّا.

٢ قُصَّ بوساطةِ مقصٍّ كلَّ ثلاثةِ أسطرٍ، من الطرفِ الأيمنِ للورقةِ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ، لتشكيلِ ألْسُنٍ.

تعليماتٌ حولَ المنظِّمِ البيانيِّ

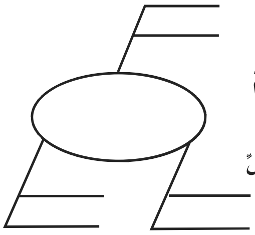
هل تمنَّيتَ يومًا أن «تستخرجَ» المفاهيمَ المتعدِّدةَ التي تعلَّمْتَها في صفِّ العلومِ؟ إذا رأيْتَ كيفَ تترابطُ المفاهيمُ، فقد يساعدُكَ ذلكَ على تذكُّرِ ما تعلَّمتَه. تقومُ المنظِّماتُ البيانيَّةُ بذلك تحديدًا. إنّها تعطيكَ طريقةً لاستخراجِ المفاهيمِ أو تنظيمِها. كلُّ ما يلزمُكَ لإنجازِ منظِّمٍ بيانيٍّ هو ورقةٌ وقلمٌ. سوف تجدُ أدناهُ تعليماتٍ لأربعةِ منظِّماتٍ بيانيَّةٍ مختلفةٍ معدَّةٍ لتساعدَك على تنظيمِ المفاهيمِ التي تعلَّمْتَها في هذا الكتابِ.

خريطةٌ متشعِّبةٌ

١ ارسمِ المُخطَّط المقابلَ. اكتب، داخلَ الدائرةِ، الموضوعَ الرئيسَ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ أذرعًا تمثِّلُ مختلفَ فئاتِ الموضوعِ الرئيسِ. يمكنُك أن تطرحَ قدرَ ما تريدُ من عددِ الفئاتِ.

٣ انطلاقًا من أذرعِ الفئاتِ، ارسمْ خطوطًا أفقيَّةً. خلالَ دراستِكَ للفصلِ، اكتبِ التفاصيلَ عن كُلِّ فئةٍ على الخطوطِ الأفقيَّةِ.

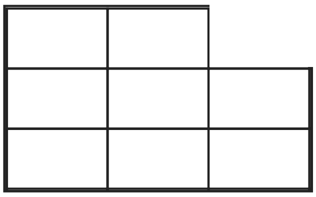


جدولُ مقارنةٍ

١ ارسمِ الجدولَ المقابلَ. يمكنُ لجدولِكَ أن يحتويَ على صفوفٍ وأعمدةٍ قدرَ ما تريدُ.

٢ اكتبْ في الصفِّ الأعلى الموضوعاتِ التي تريدُ أن تقارنَها.

٣ اكتبْ في العمودِ الأيمنِ الخصائصَ المُميِّزةَ للموضوعاتِ التي تودُّ أن تقارنَها. خلالَ دراستِك للفصلِ، ضعِ الخصائصَ المُميِّزةَ لكلِّ موضوعٍ في المُربَّعاتِ المُخصَّصةِ.

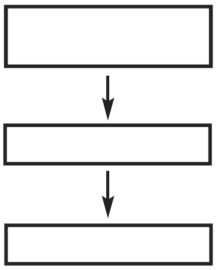


خريطةُ أحداثٍ متسلسلة

١ ارسمْ مستطيلاً. اكْتبْ في المستطيلِ، الخُطوةَ الأولى في عمليَّةٍ ما، أو الحدثَ الأوَّلَ في خطٍّ زمنيٍّ ما.

٢ ارسمْ تحتَ المستطيلِ، مستطيلاً آخرَ واستخدمْ سهمًا للتوصيلِ بينَ المستطيلَيْن. اكتبْ في المستطيلِ الثاني الخطوةَ التاليةَ من العمليَّةِ أو الحدثَ التاليَ من الخطِّ الزمنيِّ.

٣ استمرَّ في إضافةِ المستطيلاتِ حتى انتهاءِ العمليَّةِ، أو الخطِّ الزمنيِّ.

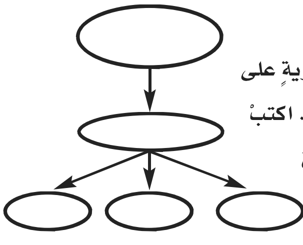


خريطةُ مفاهيمَ

١ ارسمْ دائرةً في وسطِ الورقةِ. اكتبْ في وسطِ الدائرةِ الفكرةَ الرئيسةَ للفصلِ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ ميزاتِ الفكرةِ الرئيسةِ. ارسمْ أسهمًا من الدائرةِ المركزيَّةِ باتّجاهِ الدوائرِ التي تحتوي على الميزاتِ.

٣ انطلاقًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ ما، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ الأخيرةِ تفاصيلَ نوعيَّةً عن الميزاتِ. ارسمْ أسهمًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ باتِّجاهِ الدوائرِ المحتويةِ على التفاصيلِ النوعيَّةِ. بإمكانِكَ رسمُ عددٍ من الدوائرِ بقدرِ ما تريدُ.



إنجازُ الرسومِ البيانيَّةِ

الرسومُ البيانيَّةُ الدائريَّةُ

يُبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ الدائريُّ كيفَ ترتبطُ كلُّ مجموعةٍ من البياناتِ بكاملِ البياناتِ. يمثِّلُ كلُّ قسمٍ من الدائرةِ فئةً من البياناتِ. ويمثِّلُ كاملُ الدائرةِ مُجملَ البياناتِ. مثلاً، عدد المدارس في تربية كويسنجق للعام الدراسي ٢٠٠٩ –٢٠١٠. يبيّنُ الجدولُ البيانيُّ المقابلُ عددَ المدارسِ لكلُ مرحلةٍ من المراحل.

عدد المدارس في تربية كويسنجق

المراحل	العدد
رياض الاطفال	١٢
الأساسي	٤٦
الثانويات	٦
الإعدادي	١٠
المجموعُ	٧٤

① إذا أردتَ أن تُنجزَ رسمًا بيانيًا دائريًا لهذهِ البياناتِ يجبُ في البدايةِ حسابُ النسبةِ المئويَّةِ لعددِ المراحل. لأجل ذلك اقسم عدد المدارس لكل مرحلة على العدد الكلي للمدارس.

رياض الأطفال : $\frac{١٢}{٧٤} \times ١٠٠ = ١٦ \ \%$

الاساسي: $\frac{٤٦}{٧٤} \times ١٠٠ = ٦٢ \ \%$

الثانويات: $\frac{٦}{٧٤} \times ١٠٠ = ٨ \ \%$

الإعدادي: $\frac{١٠}{٧٤} \times ١٠٠ = ١٤ \ \%$

② احسُبِ الآنَ قياسَ زوايا قطاعاتِ الخريطةِ الدائريَّةِ بأنْ تضربَ كلَّ نسبةٍ مئويَّةٍ بـ ٣٦٠°.

١٦٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٥٧°

٦٢٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٢٢٣°

٨٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٢٩°

١٤٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٥١°

③ تأكَّدِ الآنَ من أنَّ مجموعَ النسبِ المئويَّةِ هو ١٠٠٪، وأن مجموعَ الدرجاتِ هو ٣٦٠°.

١٦٪ + ٦٢٪ + ٨٪ + ١٤٪ = تقريبًا ١٠٠٪

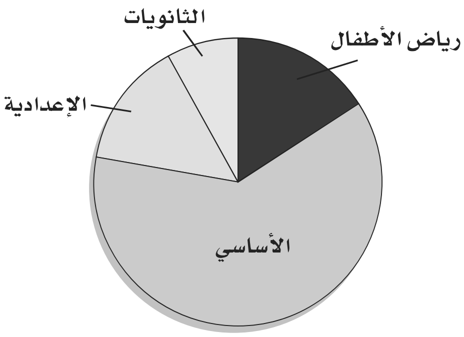
٥٧° + ٢٢٣° + ٢٩° + ٥١° = تقريبًا ٣٦٠°.

④ استخدمِ الفرجارَ لرسمِ دائرةٍ، وعلِّمْ مركزَها.

⑤ استخدمِ المنقلةَ لرسمِ الزوايا:
٥٧°، ٢٢٣°، ٥١°، ٢٩° في الدائرة.

⑥ في النهايةِ، ضع اسمًا لكلِّ قطاعٍ من الرسمِ البيانيِّ، واخترِ العُنوانَ المُناسبَ.

النسبة المئوية لعدد المدارس في تربية كويسنجق للعام الدراسي ٢٠٠٩ - ٢٠١٠



الرسومُ البيانيَّةُ الخطِّيَّةُ

غالبًا ما تُستخدمُ الرسومُ البيانيَّةُ الخطِّيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ المُتواصلةِ. قاسَ طلابُ الصفِّ التاسعِ قابليَّةَ ذوبانِ الملحِ في الماءِ، عندَ درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ للمحلولِ، فتوصَّلوا إلى البياناتِ الواردةِ في الجدولِ المُقابلِ.

بما أن درجةَ الحرارةِ تتغيَّر، وكذلكَ قابليَّةُ الذوبانِ، فقدِ اتُّخذا **كمتغيِّريْنِ**. حيثُ ترتبطُ قابليَّةُ الذوبانِ بدرجةِ الحرارةِ. لذلكَ يُطلقُ على قابليَّةِ الذوبانِ اسمُ **المُتغيِّرِ التابعِ**، وعلى درجةِ الحرارةِ اسمُ **المتغيِّرِ المستقلِّ**. كما أنَّ كلَّ مجموعةٍ منَ البياناتِ هي **زوجُ بياناتٍ**. لتحضيرِ الرسمِ البيانيِّ الخطِّيِّ، يجبُ في البدايةِ تنظيمُ أزواجِ البياناتِ في جدْولٍ مُشابهٍ للجدْولِ المُقابلِ. هناك متغيِّراتٌ أخرى يتمُّ ضبطُها في هذا النوعِ من الاستقصاءِ من مثلِ حجمِ المذيبِ ونوعِه.

قابليَّةُ ذوبانِ الملحِ في الماءِ بحسبِ درجةِ حرارةِ المحلولِ

درجةُ الحرارةِ (°C)	الذوبانيَّةُ (g/100 mL)
0	80
20	107
40	133
60	170
80	200
100	223

كيفَ تُنشئُ رسمًا بيانيًّا

١ ضعِ المُتغيِّرَ المُستقلَّ على مِحْورِ X وضَعِ المتغيِّرَ التابعَ على محورِ Y .

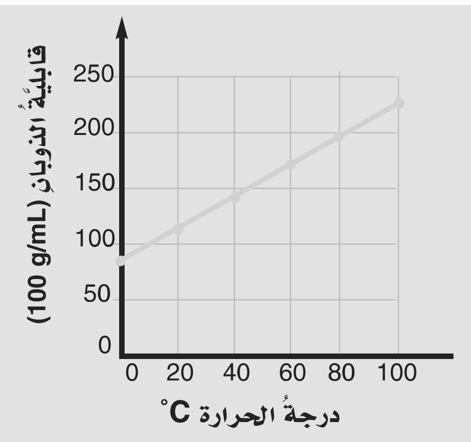
٢ ضعْ لمحْورِ X العنوانَ «درجةُ الحرارة»، لا تنسَ الوحدةَ (°C). ثم ضعْ لمحْورِ Y العنوانَ «الذوبانيَّة»، مُضيفًا الوحدةَ (100 g/mL). ضعْ مقياسًا معيَّنًا لمحْورِ Y بحيثُ يؤمِّنُ حيِّزًا كافيًا لهذهِ القيَمِ. عليكَ استخدامَ المقياسِ نفسِهِ لكاملِ المحْورِ. جدْ أيضًا مقياسًا مُلائمًا لمحْورِ X.

٣ اخترْ نقاطًا معقولةً يبدأُ بها كلُّ محْورٍ.

٤ ضعْ أزواجَ البياناتِ بدقَّةٍ في مواقعِها.

٥ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البياناتِ.

تغيُّرُ قابليَّةِ ذوبانِ الملحِ في الماءِ معَ تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ



كيفَ يُحدَّدُ المَيلُ

١ المَيلُ هو حاصلُ قسمةِ التغيُّرِ في محورِ Y على التغيُّرِ في محورِ X.

٢ اخترْ نقطتَيْنِ منَ الخطِّ البيانيِّ. كأن تأخذَ قابليَّةَ الذوبانِ عندَ درجةِ الحرارةِ «40 °C» مثلاً، وهي 133 g/ l00 mL. هكذا يمكنُكَ تعريفُ النقطةِ «أ» بـ (40، 133). وعندَ درجةِ الحرارةِ 100 °C، تكونُ قابليَّةُ الذوبانِ 223 g/100 mL. بذلك تُعرِّفُ النقطةَ «ب» بـ (100، 223).

٣ جدِ التغيُّرَ في محورِ Y:

(y النقطة «ب») ـ (y النقطة «أ»)

223-133 = 90 g/ 100 mL

٤ جدِ التغيُّرَ في محورِ X:

(X النقطة «ب») ـ (X النقطة «أ»)

100 ـ 40 = 60°C

⑤ احسبْ مَيلَ الخطِّ البيانيِّ بقسمةِ التغيُّرِ في Y على التغيُّرِ في x:

$$\text{الميل} = \frac{\text{التغيُّر في } y}{\text{التغيُّر في } x} = \frac{90\ g / 100\ mL}{60°\ C}$$

المَيل = 1.5 g/100 mL لكلِّ درجةٍ سيلزيّةٍ

في هذا المثالِ تزدادُ قابليَّةُ الذوبانِ بمقدارٍ ثابتٍ كلَّ مرَّةٍ ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ درجةً سيلزيَّةً واحدةً. لذا يكونُ الرسمُ البيانيُّ خطًّا مستقيمًا. فنقولُ إنَّ العلاقةَ بينَ المُتغيِّرَيْنِ **خطِّيَّةٌ**. لكنْ عندَما يكونُ الرسمُ البيانيُّ لمجموعةِ بياناتٍ ليسَ خطًّا مُستقيمًا، فنقولُ إنَّ العلاقةَ **غيرُ خطِّيَّةٍ**.

الأعمدةُ البيانيَّةُ

تُستخدمُ الأعمدةُ البيانيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ غيرِ المُتواصلةِ. يمكنُ استخدامُ هذهِ الرسومِ البيانيَّةِ للدلالةِ على توجُّهاتٍ مُعيَّنةٍ، عندَما تؤخذُ البياناتُ على مدى فترةٍ زمنيَّةٍ طويلةٍ نسبيًّا.

يُبيِّنُ الجدولُ المقابلُ نصيبَ الفردِ (بآلافِ الدولارات) من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ.

نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000

العامُ	نصيبُ الفردِ (بآلافِ الدولاراتِ)	العامُ	نصيبُ الفردِ (بآلافِ الدولاراتِ)
1990	18,3	1996	19,4
1991	17,7	1997	18,7
1992	17,4	1998	17,1
1993	16,9	1999	18,7
1994	16,3	2000	21,3
1995	17,8		

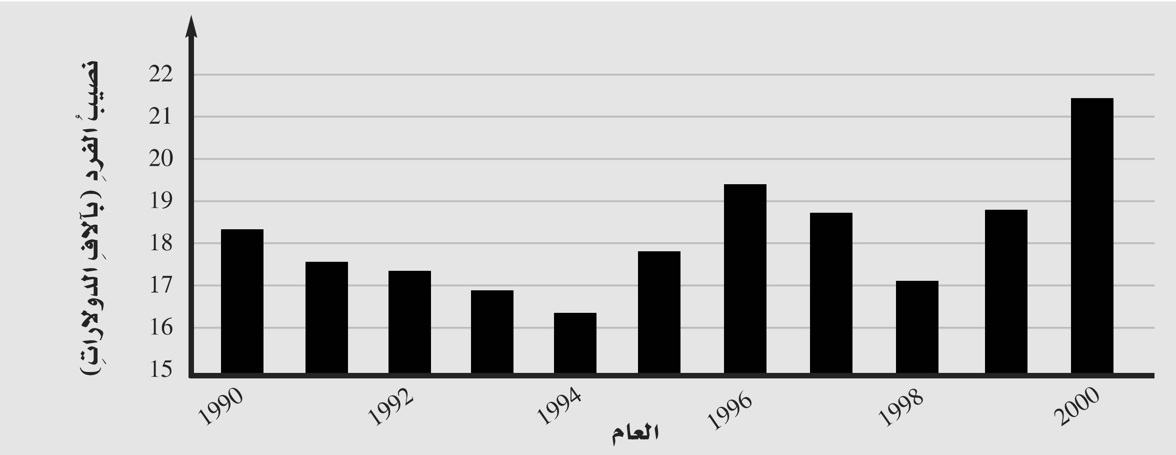
كيف نُنجزُ الأعمدةَ البيانيَّةَ

① استخدمْ مقياسًا مُلائمًا ونقطةَ بدايةٍ ممكنةً لكلِّ محوْرٍ.

② عنونِ المحاورَ، وارسمِ البياناتِ.

③ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البياناتِ بدقَّةٍ.

نصيبُ الفردِ من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000



وحداتُ القياس

الأعدادُ كقياسات

يُجري العلماءُ التجاربَ لاختبارِ الفرضيّاتِ العلميَّةِ. وخلالَ تجاربِهم، يتوصَّلونَ إلى أعدادٍ، باستخدامِ القياسِ.

تختلفُ تلكَ الأعدادُ عن الأعدادِ التي نتعاملُ بها في الرياضيّاتِ. فالرقمُ 8 يمكنُ استخدامُهُ بمُفردِهِ في مُعادلةٍ رياضيَّةٍ، ولا يعدو كونَهُ رقمًا. لكنَّهُ في القياساتِ العلميَّةِ قد يكونُ قياسًا لطولٍ أو لكتلةٍ أو لزمنٍ، أو لأيِّ شيءٍ آخر. وإذا كانَ الرقمُ قياسًا للطولِ، فإنَّ الوحدةَ المُستخدَمةَ في القياسِ قد تكونُ المترَ أو الكيلومترَ أو السنتيمترَ. لابُدَّ إذن أن يُمثِّلَ كلُّ عددٍ نحصلُ عليه بواسطةِ القياسِ كمّيَّةً معيَّنةً، وأن تكونَ له وحدةُ قياسٍ مُحدَّدةٌ.

النظامُ الدوليُّ للوحداتِ SI

عُقِدَ سنةَ 1960 مؤتمرٌ علميٌّ عامٌّ للأوزانِ والمقاييسِ، توافقَ فيه العُلماءُ على اعتمادِ نظامٍ موحَّدٍ للقياسِ سُمِّيَ النظامَ الدوليَّ للوحداتِ، اختصارُهُ SI. باستخدامِ هذا النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، أصبحَ بمقدورِ العُلماءِ أن يتواصلوا فيما بينَهم بسهولةٍ. يوضحُ الجدْولُ التالي بعضَ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةَ قياسِ كلٍّ منها، في النظامِ الدوليِّ للوحدات (SI).

الجدول 1: بعضُ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةُ قياسِ كلٍّ منها في النظامِ الدوليِّ للوحدات.

الجدول 1 النظامُ الدوليُّ للوحدات SI

الكمِّيَّة	رمزُ الكمِّيَّة	اسمُ الوحدة	رمزُ الوحدة
الطول	L	المتر	m
الكُتلة	M	الكيلوجرام	kg
الزمن	T	الثانية	s
شدَّةُ التيّارِ الكهربائي	I	الأمبير	A
المِساحة	A	المترُ المُربَّع	m^2
الحجم	V	المترُ المُكعَّب	m^3
الكثافة	D	(الكيلو جرامُ بالمترِ المُكعَّب)	kg/m^3
القُوَّة	F	النيوتن	N
الطاقة	E	الجول	J
القُدرة	P	الواط	W

الجدولُ ٢ بادئاتُ النظامِ الدوليّ

البادئة	الرمز	القيمة	مثال
ميغا mega	M	1 000 000	ميغاهرتز واحد 1×10^6 Hz = (1 MHz)
كيلو kilo	k	1 000	كيلوجرام واحد 1×10^3 g = (1 kg)
هيكتو hecto	h	100	هيكتولتر واحد 1×10^2 L = (1 hL)
ديكا deka	da	10	ديكامتر واحد 10 m = (1 dam)
		1	متر واحد 1 m =
ديسّي deci	d	0.1	ديسيلتر واحد 0.1 L = (1 dL)
سنتي centi	c	0.01	سنتيمتر واحد 0.01 m = 1(1 cm)
ملّي milli	m	0.001	ملّيلتر واحد 0.001 L = (1 mL)
ميكرو micro	μ	0.000 001	ميكرومتر واحد 0.000 001 m = (1 μm)
نانو nano	n	0.000 000 001	نانومتر واحد 10^{-9} m = (1 nm)

الجدولُ ٣ بعضُ تحويلاتِ وحداتِ الكمّيّاتِ الفيزيائيّة

الطول	المساحة
الكيلومتر (km) = 1000 m	الكيلومتر المربّع (Km^2) = 100 ha
المتر (m) = 100 cm	الهكتار (ha) = 10 000 m^2
السنتيمتر (cm) = 0.01 m	المتر المربّع (m^2) = 10 000 cm^2
الملّيمتر (mm) = 0.001 m	الملّيمتر المربع (mm^2) = 0.01 cm^2
الميكرومتر (μm) = 0.000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 0.0001 m^2
النانومتر (nm) = 0.000 000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 100 mm^2
الحجم	**الكتلة**
المتر المُكعَّب (m^3) = 1 000 L = 1000 000 cm^3	الكيلوجرام (kg) = 1 000 g
الديسّيمتر المُكعَّب (dm^3) = 1 000 cm^3 = 1L	الجرام (g) = 1 000 mg
اللتر (L) = 1 000 mL = 1 dm^3	الملّيجرام (mg) = 0.001 g
الملّيلتر (mL) = 0.001 L = 1 cm^3	الميكروجرام (μg) = 0.000 001 g

المنهجيَّةُ العلميَّةُ

تسمّى سلسلةُ الخطواتِ التي يتَّبعُها العلماءُ للإجابةِ عن الأسئلةِ البحثيَّةِ وحلِّ المشكلاتِ **المنهجيَّةَ العلميَّةَ**. توجدُ أكثرُ من طريقةٍ لاستخدامِ خطواتِ المنهجيَّةِ العلميَّةِ أو بعضِها فقط خلالَ استقصاءٍ ما. وقد يكرِّرون حتى بعضَ الخطواتِ. هدفُ المنهجيَّةِ العلميَّةِ إيجادُ إجاباتٍ وحلولٍ موثوقةٍ.

ستٌّ من خطواتِ المنهجيَّةِ العلميَّةِ

١ اطرحْ سؤالاً

الأسئلةُ الجيِّدةُ تأتي من **الملاحظاتِ** الدقيقةِ. قد تقومُ بالملاحظاتِ باستخدامِ حواسِّكَ لجمعِ المعلوماتِ. وقد تستخدمُ أحيانًا أجهزةً، مثلَ المجاهرِ والتلسكوباتِ، لتعزِّزَ حواسَّك. وأنت تلاحظُ عالمَ الطبيعةِ، سوفَ تكتشفُ أن لديكَ أسئلةً أكثرَ من الإجاباتِ. هذه الأسئلةُ توجِّهُ عمليّاتِ الاستقصاءِ.

الأسئلةُ التي تبدأُ بـ «ماذا» و«كيف» ومتى» و«لماذا» مهمَّةٌ جدًّا في تحديدِ الاستقصاءِ. وهي غالبًا ما تؤدّي إلى فرضيَّةٍ. (ستتعرَّفُ الفرضيَّةَ في الخطوةِ القادمةِ). هنا نجدُ مثالاً على سؤالٍ يمكنُ أن يؤدّيَ إلى استقصاءٍ.

السؤالُ: كيف يؤثِّرُ المطرُ الحمضيُّ في نموِّ النباتِ؟

٢ ضعْ فرضيَّةً

بعد أن تطرحَ سؤالاً تحتاجُ إلى وضعِ فرضيَّةٍ. **الفرضيَّةُ** صيغةٌ واضحةٌ للجوابِ الذي تتوقَّعُه عن سؤالِك. فرضيَّتُكَ ستمثِّلُ «أفضلَ تخمينٍ» مستندًا إلى ملاحظتِك وإلى ما تعرفُه أصلاً. الفرضيَّةُ الجيِّدةُ هي التي تكونُ قابلةً للاختبارِ. إذا لم يكنْ بالإمكانِ جمعُ الملاحظاتِ أو المعلوماتِ، أو تصميمُ تجربةٍ لاختبارِ فرضيَّتِك، تكونُ الفرضيَّةُ غيرَ قابلةٍ للاختبارِ، وبالتالي لن يذهبَ الاستقصاءُ إلى أبعدَ من ذلك. هذه فرضيَّةٌ تعتمدُ على السؤالِ: «كيفَ يؤثِّرُ المطرُ الحمضيُّ في نموِّ النباتِ؟»

الفرضيَّةُ: يُبطئُ المطرُ الحمضيُّ نموَّ النباتاتِ.

لاحظْ أن الفرضيَّةَ تُفضي إلى بعضِ التوقُّعاتِ.

التوقُّعُ هو ما تعتقدُ أنه سيكونُ نتيجةَ التجربةِ أو نتيجةَ جمعِك للبياناتِ. تُسردُ التوقُّعاتُ عادةً بصيغةِ «إذا ...فسوف...». مثلاً، **إذا** وُضعَ لحمٌ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ، **فسوفَ** يفسدُ بسرعةٍ أكبرَ من اللحمِ الموضوعِ في الثلاّجةِ. يمكنُ اشتقاقُ أكثرَ من توقُّعٍ من فرضيَّةٍ واحدةٍ.

فيما يلي مثالٌ على توقُّعٍ متعلِّقٍ بفرضيَّةِ أن المطرَ الحمضيَّ يبطئُ نموَّ النباتاتِ.

توقُّعٌ: **إذا** رُويَ نباتٌ بمطرٍ حمضيٍّ فقط (له رقمٌ هيدروجينيٌّ ٤) **فسوفَ** ينمو النباتُ بنصفِ سرعةِ نموِّهِ الطبيعيِّ.

٣ اختبرِ الفرضيَّةَ

بعدَ أن تكونَ قد وضعْتَ فرضيَّةً ووضعْتَ توقُّعًا، يجبُ أن تختبرَ فرضيَّتَك. هناك طرقٌ متنوِّعةٌ لتقومَ بذلك. قد تكون أكثرُ الطرقِ المألوفةِ هي إجراءُ تجربةٍ مضبوطةٍ. **التجربةُ المضبوطةُ** تختبرُ فقط عاملاً واحدًا لكلِّ تجربةٍ. تتضمَّنُ التجربةُ المضبوطةُ **مجموعةً مضبوطةً** و**مجموعةً تجريبيَّةً**. يجبُ أن تكونَ كلُّ العواملِ للمجموعةِ المضبوطةِ والمجموعةِ التجريبيَّةِ هي نفسُها ما عدا عاملاً واحدًا يُسمّى **المتغيِّرَ المستقلَّ**. بتغييرِ عاملٍ واحدٍ فقط، يمكنُك أن ترى نتائجَ تغيُّرٍ واحدٍ فقط. أحيانًا تجعلُ طبيعةُ الاستقصاءِ إجراءَ تجربةٍ مضبوطةٍ أمرًا مستحيلاً. مثلاً إذا أردْنا أن نرى تأثيرَ قطعِ غاباتِ منطقةٍ بكاملِها على حيوانٍ مهدَّدٍ بالانقراضِ فإن من الصعبِ، بل من المستحيلِ لأسبابٍ كثيرةٍ، إجراءُ أيِّ تجربةٍ تقتضي قطعَ تلك الغاباتِ بالفعلِ. في مثلِ هذه الظروفِ،

قد تُختبرُ الفرضيَّةُ بإجراءِ ملاحظاتٍ مفصَّلةٍ. أخذُ المقاييسِ والدراساتُ الميدانيَّةُ طرقٌ لجمعِ الملاحظاتِ.

٤

بعد أن تكونَ قد أكملْتَ تجاربَك، وسجَّلْتَ ملاحظاتِك، وجمعْتَ بياناتِك، لا بُدَّ من أن تحلِّلَ كلَّ المعلوماتِ التي جمعْتَها. غالبًا ما تُستخدمُ الجداولُ والرسومُ البيانيَّةُ ضمنَ هذه الخطوةِ لتنظيمِ البياناتِ.

٥ استنتجْ

هل تدعمُ البياناتُ فرضيتك؟

لا

نعم

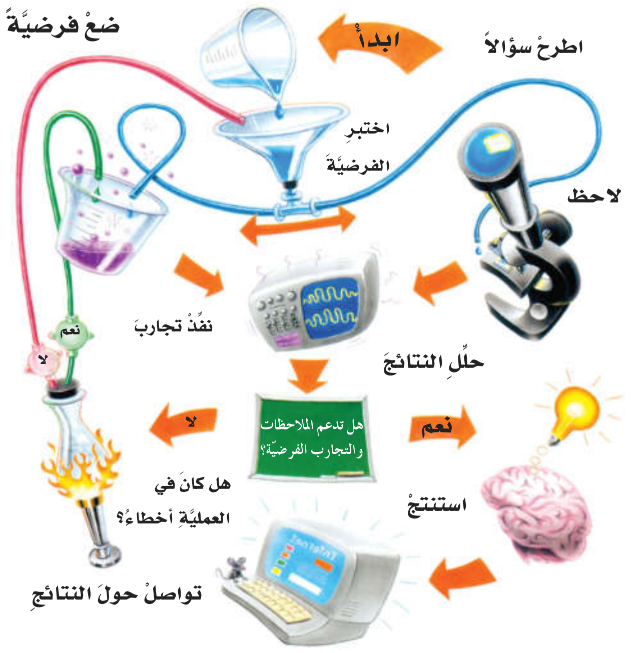
بالاعتمادِ على تحليلِ بياناتِك، يجبُ أن تستنتجَ إن كانَتْ نتائجُك تدعمُ فرضيَّتَك أم لا. إذا دعمْتَها فقد تريدُ (أو يريدُ آخرون) تكرارَ الملاحظاتِ أو التجاربِ للتحقُّقِ من نتائجِك. وإذا لم تدعمِ البياناتُ فرضيَّتَك فيجبُ أن تدقِّقَ في إجراءاتِكَ لإيجادِ أخطاءٍ فيها. قد تضطرُّ إلى رفضِ فرضيَّتِك وصياغةِ فرضيَّةٍ جديدةٍ. إذا لم تستطعْ تكوينَ استنتاجٍ من نتائجِك، فقد تضطرُّ إلى إعادةِ الاستقصاءِ ثانيةً، أو إجراءِ ملاحظاتٍ أو تجاربَ أُخرى.

٦ تواصَلْ حولَ النتائجِ

بعد أيِّ استقصاءٍ علميٍّ، يجبُ أن تبلغَ سواكَ بنتائجِك، عبرَ صياغةِ تقريرٍ مكتوبٍ، أو شفهيٍّ، لكي تعرِّفَ الآخرين بما فعلته وتعرَّفْتَهُ. يريدُ آخرون تكرارَ استقصائِك ليعرفوا إن كانوا سيحصلون على النتائجِ نفسِها. قد يؤدّي تقريرُك حتى إلى سؤالٍ آخرَ، يؤدّي بدورِه إلى استقصاءٍ آخرَ.

تطبيقُ المنهجيَّةِ العلميَّةِ

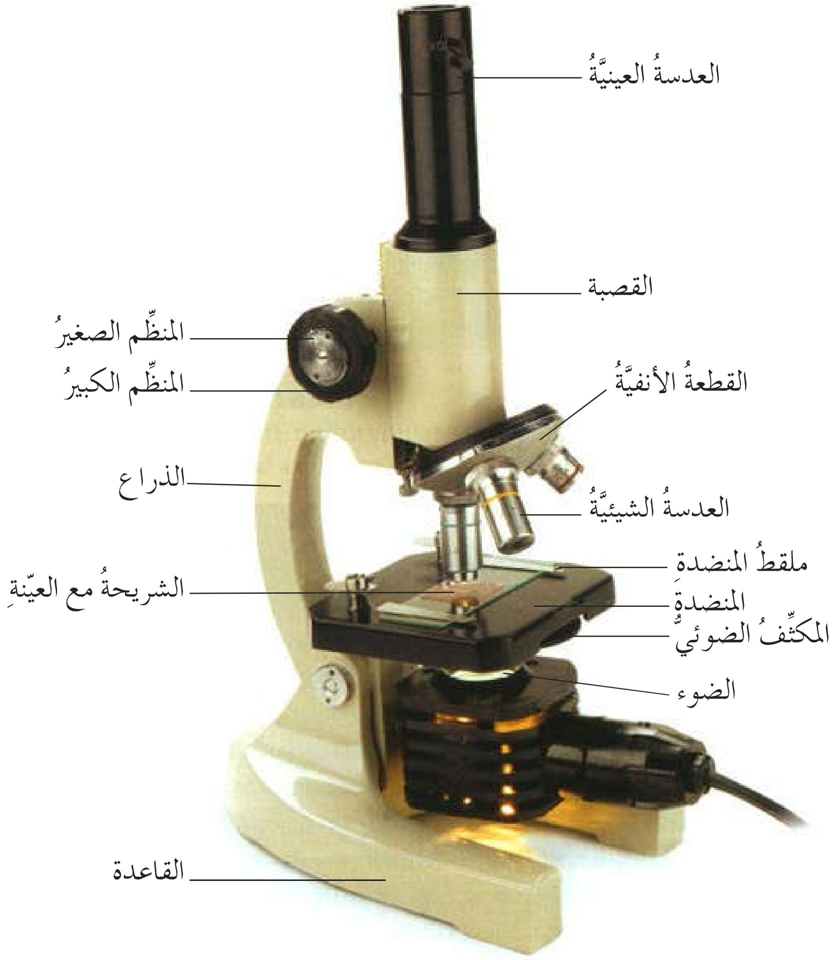
الطريقةُ العلميةُ ليسَتْ «خطًّا مستقيمًا» من الخطواتِ. فهي تحتوي على حلقاتٍ من الخطواتِ قد تتكرَّرُ فيها خطواتٌ عدَّةٌ مرارًا وتكرارًا، ولا تكونُ خطواتٌ أُخرى ضروريَّةً. مثلاً، يجدُ العلماءُ أحيانًا أن اختبارَ فرضيةٍ واحدةٍ يطرحُ أسئلةً جديدةً وفرضيّاتٍ جديدةً للاختبارِ. وأحيانًا أخرى، يقودُ اختبارُ الفرضيَّةِ مباشرةً إلى استنتاجٍ. كما أنَّ خطواتِ الطريقةِ العلميَّةِ لا تطبَّقُ دائمًا بالترتيبِ نفسِه. تابعِ الخطواتِ في التخطيطِ أدناه، ولاحظْ عددَ الاتِّجاهاتِ المختلفةِ التي يمكنُ أن تأخذَكَ الطريقةُ العلميَّةُ فيها.


اطرحْ سؤالاً
ابدأْ
ضعْ فرضيَّةً
اختبرِ الفرضيَّةَ
لاحظ
نفِّذْ تجاربَ
حلِّلِ النتائجَ
نعم
لا
هل تدعم الملاحظات والتجارب الفرضيّة؟
لا
نعم
هل كانَ في العمليَّةِ أخطاءٌ؟
استنتجْ
تواصلْ حولَ النتائجِ

استخدامُ المجهرِ

أجزاءُ المجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

- **العدسةُ العينيَّةُ:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (x10).
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الصغرى:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (x10).
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الكبرى:** تكبِّرُ الصورةَ إمّا x 40 وإما x 43.
- **القطعةُ الأنفيَّةُ:** تحملُ العدساتِ الشيئيَّةَ. ويمكنُ أن تُدارَ للتغييرِ من تكبيرٍ معيَّنٍ إلى آخرَ.
- **القصبةُ:** تحافظُ على المسافةِ الصحيحةِ بينَ العدسةِ العينيَّةِ والعدسةِ الشيئيَّةِ.
- **المنظِّم الكبيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ إلى الأعلى والأسفلِ للسماحِ بتركيزِ الصورةِ.
- **المنظِّمُ الصغيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ قليلاً، لجعلِ الصورةِ أكثرَ تركيزًا.
- **المنضدةُ:** تستخدمُ لوضعِ الشريحةِ.
- **ملاقطُ المنضدةِ:** تثبِّتُ الشريحةَ في مكانِها، بهدفِ المشاهدةِ.
- **المكثِّفُ الضوئيِّ:** يضبطُ كمّيَّةَ الضوءِ التي تدخلُ عبرَ المنضدةِ.
- مصدرُ الضوء يزوِّدُ **الضوءَ** لرؤيةِ الشريحةِ.
- **الذراع:** يدعمُ الأنبوبَ الأساسيَّ.
- **القاعدةُ:** تدعمُ المجهرَ.


العدسةُ العينيَّةُ
القصبة
القطعةُ الأنفيَّةُ
العدسةُ الشيئيَّةُ
ملقطُ المنضدةِ
المنضدةِ
المكثِّفُ الضوئيُّ
الضوء
المنظِّم الصغيرُ
المنظِّم الكبيرُ
الذراع
الشريحةُ مع العيّنةِ
القاعدة

الاستخدامُ الصحيحُ للمجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

١ احملِ المجهرَ إلى منضدةِ مختبرِك، بيدَيْك الاثنتيْن. ضعْ يدًا تحتَ القاعدةِ، واستعملِ اليدَ الأخرى لحملِ ذراعِ المجهرِ. احملِ المجهرَ قريبًا من جسمِكَ لنقلِه إلى منضدةِ مختبرِك.

٢ ضعِ المجهرَ على منضدةِ المختبرِ على بُعدِ 5 cm من حافةِ المنضدةِ على الأقلّ.

٣ دقِّقْ لترى نوعَ مصدرِ الضوءِ المستعملِ لمجهرِك. إذا كانَ للمجهرِ مصباحٌ وصِّلْه بالكهرباءِ، مع التأكُّدِ من أنَّ السلكَ غيرُ معرقلٍ. إذا كانَ للمجهرِ مرآةٌ عدِّلْها لعكسِ الضوءِ عبرَ فتحةِ المنضدةِ.

تحذير: إذا كانَ لمجهرِك مرآةٌ، لا تستعملْ ضوءَ الشمسِ المباشرِ كمصدرٍ للضوءِ. ضوءُ الشمسِ المباشرُ يمكنُ أن يؤذيَ عينيْك.

٤ ابدأ العملَ دائمًا بالعدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى، وهي مستقيمةٌ مع الأنبوبِ الأساسيِّ. عدِّلِ القطعةَ الأنفيَّةَ.

٥ ضعْ شريحةً جاهزةً فوقَ فتحةٍ في المنضدةِ. ثبِّتِ الشريحةَ بملاقطِ المنضدةِ.

٦ انظُرْ من خلالِ العدسةِ العينيَّةِ. حرِّكِ المكثِّفَ الضوئيَّ لتعديلِ كمِّيَّةِ الضوءِ التي تدخلُ من المنضدةِ.

٧ انظرْ إلى المنضدةِ من مستوى العينِ. دوِّرِ المنظِّمَ الكبيرَ ببطءٍ لتنزيلِ العدسةِ الشيئيَّةِ حتى تكادَ تلمسُ الشريحةَ. لا تدعِ العدسةَ تلمسُ الشريحةَ.

٨ انظرْ خلالَ العدسةِ العينيَّةِ. أدرِ المنظِّمَ الكبيرَ لرفعِ العدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى حتى تصبحَ الصورةُ مركَّزةً. ركِّزْ دائمًا برفعِ العدسةِ بعيدًا عن الشريحةِ. لا تركِّزْ نزولاً بتاتًا. استخدمِ المنظِّمَ الصغيرَ لزيادةِ التركيزِ. أبقِ كلتا العينيْنِ مفتوحتيْنِ في أثناءِ النظرِ إلى الشريحةِ.

٩ تأكَّد من أنَّ الصورةَ بالضبطِ في وسطِ مجالِ الرؤيةِ. ثمَّ انتقلْ إلى العدسةِ الشيئيَّةِ ذاتِ القوَّةِ الكبرى. ركِّزِ الصورةَ، مستخدمًا المنظِّمَ الصغيرَ فقطْ. لا تستخدمِ الضابطَ الكبيرَ بتاتًا في القوَّةِ العاليةِ.

١٠ عندَما تنتهي من استخدامِ المجهرِ، أزلِ الشريحةَ. نظِّفِ العدسةَ العينيَّةَ والعدساتِ الشيئيَّةَ بورقِ تنظيفِ عدساتٍ. أرجعِ المجهرَ إلى منطقةِ خزنِه. تذكَّرْ أن تستخدمَ يدَيْكَ الاثنتيْنِ لحملِ المجهرِ.

كيفَ تصنعُ شريحةً رطبةً

١ استخدمْ ورقةَ تنظيفِ عدساتٍ لتنظيفِ شريحةٍ زجاجيَّةٍ وغطاءِ الشريحةِ.

٢ ضعِ العيِّنةَ التي تريدُ مشاهدتَها في مركزِ الشريحةِ.

٣ استخدمْ قطّارةَ دواءٍ لوضعِ نقطةٍ واحدةٍ من الماءِ على العيِّنةِ.

٤ أمسكْ بغطاءِ الشريحةِ على حافةِ الماءِ، وبزاويةِ ٤٥ نحوَ الشريحةِ. تأكَّد أنَّ الماءَ يلامسُ كلَّ حافةِ غطاءِ الشريحةِ.

٥ أنزلْ غطاءَ الشريحةِ ببطءٍ لتجنُّبِ حصرِ فقّاقيعِ الهواءِ.

٦ قد يتبخَّرُ ماءٌ من الشريحةِ في أثناءِ عملِك. أضفْ ماءً أكثرَ لإبقاءِ العيِّنةِ رطبةً. ضعْ رأسَ القطّارةِ إلى جانبِ حافةِ غطاءِ الشريحةِ . أضفْ قطرةَ ماءٍ. (يمكنُك استخدامُ هذهِ الطريقةِ أيضًا لإضافةِ الصبغاتِ أو المحاليلِ إلى شريحةٍ رطبةٍ). أزلِ الماءَ الفائضَ من الشريحةِ باستخدامِ زاويةِ منديلٍ ورقيٍّ كنشافةٍ. لا ترفعْ غطاءَ الشريحةِ لإضافةِ الماءِ أو إزالتِه.

الجدْولُ الدوريُّ للعناصرِ

يتضمَّنُ كلُّ مربَّعٍ من الجدْولِ اسمَ العُنصرِ، ورمزَهُ الكيميائيَّ، وعددَهُ الذرّيَّ، وكُتلتَهُ الذرّيَّةَ.

يذكِّركَ هذا الخطُّ المتعرِّجُ أينَ تقعُ الفلزّاتُ، واللافلزّاتُ، وأشباهُ الفلزّاتِ.

المجموعة 18	المجموعة 17	المجموعة 16	المجموعة 15	المجموعة 14	المجموعة 13	المجموعة 12	المجموعة 11	المجموعة 10
2 **He** هيليوم 4.0								
10 **Ne** نيون 20.2	9 **F** فلور 19.0	8 **O** أكسجين 16.0	7 **N** نيتروجين 14.0	6 **C** كربون 12.0	5 **B** بورون 10.8			
18 **Ar** آرجون 39.9	17 **Cl** كلور 35.5	16 **S** كبريت 32.1	15 **P** فوسفور 31.0	14 **Si** سيليكون 28.1	13 **Al** ألمنيوم 27.0			
36 **Kr** كريبتون 83.8	35 **Br** بروم 79.9	34 **Se** سيلينيوم 79.0	33 **As** زرنيخ 74.9	32 **Ge** جرمانيوم 72.6	31 **Ga** جاليوم 69.7	30 **Zn** خارصين 65.4	29 **Cu** نحاس 63.5	28 **Ni** نيكل 58.7
54 **Xe** زينون 131.3	53 **I** يود 126.9	52 **Te** تيليريوم 127.6	51 **Sb** أنتيمون 121.8	50 **Sn** قصدير 118.7	49 **In** إنديوم 114.8	48 **Cd** كادميوم 112.4	47 **Ag** فضة 107.9	46 **Pd** بلاديوم 106.4
86 **Rn** رادون (222.0)	85 **At** استاتين (210.0)	84 **Po** بولونيوم (209.0)	83 **Bi** بزموث (209.0)	82 **Pb** رصاص 207.0	81 **Tl** ثاليوم 204.4	80 **Hg** زئبق 200.6	79 **Au** ذهب 197.0	78 **Pt** بلاتين 195.1
			115 **Uup** (288)	114 **Uuq** (289)	113 **Uut** (284)	112 **Uub** (285)	111 **Uuu** (272)	110 **Ds** (281)

أُعلنَ عن اكتشافِ العناصرِ 113، 114، 115 لكن لم يؤكَّدْ ذلك بعدُ.

أسماءُ العناصرِ ورموزُها المُكوَّنة من ثلاثةِ أحرفٍ، مؤقَّتةٌ. فهي تعتمدُ على العددِ الذرّيِّ لتلكَ العناصرِ. إذ لا بُدَّ أن تُوافقَ على الاسمِ والرمزِ الرسميّيْنِ لهذهِ العناصرِ جمعيةٌ دوليّةٌ من العُلماءِ.

71 **Lu** ليوتيتيوم 175.0	70 **Yb** ايتيريوم 173.0	69 **Tm** ثوليوم 168.9	68 **Er** ايربيوم 167.3	67 **Ho** هولميوم 164.9	66 **Dy** ديسبروسيوم 162.5	65 **Tb** تريبيوم 158.9	64 **Gd** جادولينيوم 157.2	63 **Eu** يوروبيوم 152.0
103 **Lr** لورنسيوم (262.1)	102 **No** نوبيليوم (259.1)	101 **Md** مندليفيوم (258.1)	100 **Fm** فرميوم (257.1)	99 **Es** اينشتانيوم (252.1)	98 **Cf** كاليفورنيوم (251.1)	97 **Bk** بركيليوم (247)	96 **Cm** كوريوم (247.1)	95 **Am** امريكيوم (243.1)

العددُ الذرّيُّ	6
الرمزُ الكيميائيُّ	C
اسمُ العُنصرِ	كربون
الكُتلةُ الذرّيَّةُ	(12.0)

يدلُّ لونُ الرمزِ الكيميائيِّ على حالةِ العُنصرِ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ. الكربونُ مادَّةٌ صلبةٌ.

يدلُّ لونُ الخلفيَّةِ على نوعِ العُنصرِ. الكربونُ لافلزٌّ.

الخلفيَّة

- فلزّات ▨
- أشباهُ فلزّاتٍ ▨
- لافلزّات

الرمزُ الكيميائيُّ

- صُلب □
- سائل ■
- غاز ■

	المجموعة 1	المجموعة 2	المجموعة 3	المجموعة 4	المجموعة 5	المجموعة 6	المجموعة 7	المجموعة 8	المجموعة 9
الدورة 1	1 H هيدروجين 1.0								
الدورة 2	3 Li ليثيوم 6.9	4 Be بريليوم 9.0							
الدورة 3	11 Na صوديوم 23.0	12 Mg مغنيسيوم 24.3							
الدورة 4	19 K بوتاسيوم 39.1	20 Ca كالسيوم 40.1	21 Sc سكانديوم 45.0	22 Ti تيتانيوم 47.9	23 V فناديوم 50.9	24 Cr كروم 52.0	25 Mn منجنيز 54.9	26 Fe حديد 55.8	27 Co كوبالت 58.9
الدورة 5	37 Rb روبيديوم 85.5	38 Sr سترانشيوم 87.6	39 Y يوتيريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.2	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo موليبدنوم 95.9	43 Tc تكنيتيوم (97.9)	44 Ru روتينيوم 101.1	45 Rh روديوم 102.9
الدورة 6	55 Cs سيزيوم 132.9	56 Ba باريوم 137.3	57 La لانثيوم 138.9	72 Hf هفنيوم 178.5	73 Ta تنتاليوم 180.9	74 W تنجستن 183.8	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.2	77 Ir إريديوم 192.2
الدورة 7	87 Fr فرانشيوم (223.0)	88 Ra راديوم (226.0)	89 Ac أكتينيوم (227.0)	104 Rf رذرفورديوم (261.1)	105 Db ديوبنيوم (262.1)	106 Sg سيبورجيوم (263.1)	107 Bh بوريوم (264)	108 Hs هسيوم (277)	109 Mt ميتنيريوم (268)

يُسمّى كلُّ صفٍّ منَ العناصرِ **دورةً**.

يُسمّى كلُّ عمودٍ من العناصرِ **مجموعةً أو عائلةً**.

العددُ المبيَّنُ بينَ قوسَيْنِ هو الكتلةُ الذرّيّةُ لنظيرِ العُنصرِ الأكثرِ استقرارًا أو الأكثرِ وجودًا في الطبيعةِ.

اللانثانيدات	58 Ce سيريوم 140.1	59 Pr برازيوديميوم 140.9	60 Nd نيوديميوم 144.2	61 Pm بروميثيوم (144.9)	62 Sm ساماريوم 140.1
الأكتنيدات	90 Th ثوريوم 232.0	91 Pa بروتكتينيوم 231.0	92 U يورانيوم 238.0	93 Np نبتينيوم (237.0)	94 Pu بلوتونيوم 244.1

وُضعَتْ هذه العناصرُ تحتَ الجدْولِ لكي يكونَ الجدْولُ أضيَقَ.

المفردات

أ

الآلةُ Machine؛ جهازٌ يساعدُ على بذلِ شغلٍ سواءٌ بالتغلُّبِ على القوَّةِ المطبَّقةِ أو بتغييرِ اتِّجاهِ القوَّةِ المطبَّقةِ. (١٨٦)

الاتِّزانُ الداخليُّ Homeostasis: المحافظةُ على بيئةٍ داخليَّةٍ مستقرَّةٍ في الجسمِ. (٣٠)

الإجهادُ Stress: استجابةٌ جسديّةٌ أو عقليَّةٌ للضغطِ. (٩٢)

الاحتمالُ Probability: فرصةُ وقوعِ حدثٍ بشكلٍ معيَّنٍ. (١٤)

اختلافُ الموضعِ Parallax؛ التغيُّرُ الظاهريُّ في موقعِ جسمٍ لدى النظرِ إليه من مواقعَ مختلفةٍ. (١٥٢)

الإخصابُ الخارجيُّ External fertilization: اتِّحادُ الخلايا الجنسيَّةِ خارجَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ. (٦٠)

الإخصابُ الداخليُّ Internal fertilization: إخصابُ بيضةٍ بواسطةِ حيوانٍ منويٍّ داخلَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ. (٦٠)

الإدمانُ Addiction: تعاطي عقاقيرَ أو مشروباتٍ محرَّمةً وضارّةٍ بشكلٍ مستمرٍّ، مما يولِّدُ احتياجًا جسميًّا ونفسيًّا لهذهِ الموادِّ. (٨٢)

إدمانُ الخمرِ Alcoholism: احتياجٌ نفسيٌّ أو جسديٌّ إلى تعاطي الكحولِ يضرُّ بالصَّحةِ ويعطِّلُ أنشطةَ الجسمِ. (٨٤)

الأدَمةُ Dermis: الطبقةُ الجلديَّةُ التي تقعُ تحتَ البشرةِ. (٣٥)

الاستطارة Scattering؛ تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتِّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنَيْنِ معًا. (٢٩٢)

الإسفين Wedge؛ آلةٌ بسيطةٌ مؤلَّفةٌ من مستويَيْنِ مائلَيْنِ يتحرَّكانِ معًا، وهي تُستخدَمُ في أغلبِ الأحيانِ للقطعِ. (١٩٧)

الإشعاعُ Radiation؛ انتقالُ طاقةٍ على شكلِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ. (٢٧٩،٢٣٠)

الأليلُ Allele: أحدُ الأشكالِ البديلةِ لجينِ صفةٍ ما، كلونِ الشعرِ. (١٢)

الامتصاصُ Absorption؛ هو، في البصريّاتِ، انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيماتِ مادَّةٍ. (٢٩٢)

الاندماجُ النوويُّ Nuclear fusion؛ اتِّحادُ أنويةِ ذرّاتٍ صغيرةٍ لتُشكِّلَ نواةً أكبرَ وتطلقَ طاقةً. (٢٧٠)

الانزلاقُ الأرضيُّ Landslide: التحرُّكُ المفاجئُ للصخورِ والتربةِ نزولاً إلى أسفلِ المنحدرِ. (١٤١)

الانزلاقُ الكتليُّ Mass movement: حركةُ مقطعٍ من الأرضِ نزولاً على مُنحدرٍ. (١٤٠)

الانشطارُ النوويُّ Nuclear fission؛ انقسامُ نواةِ ذرَّةٍ كبيرةٍ إلى نواتَيْنِ أو أكثرَ، ينتجُ منه نيوتروناتٌ إضافيَّةٌ وطاقةٌ. (٢٦٦)

الانعكاسُ Reflection؛ ارتدادُ حزمةٍ ضوئيَّةٍ لدى اصطدامِها بسطحٍ لا يُمكنُها أن تمرَّ عبرَهُ. (٢٩٠)

الانشطارُ الاختزاليُ Meiosis: عمليَّةٌ في الانقسامِ الخلويِّ ينقصُ في أثنائِها عددُ الكروموسوماتِ إلى نصفِ العددِ الأصليِّ عبرَ انقسامَيْنِ للنواةِ، وهو ما ينتجُ عنه الخلايا الجنسيَّةُ. (١٩)

الانكسار Refraction؛ انحرافُ الموجةِ عند مرورِها من مادَّةٍ إلى أُخرى، لاختلافِ سرعتِها في المادَّةِ الأولى عن سرعتِها في المادَّةِ الأُخرى. (٢٩٣)

ب

البرغي Screw؛ آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من مستوٍ مائلٍ ملفوفٍ حولَ أسطوانةٍ. (١٩٨)

البروتينُ Protein: جزيءٌ مكوَّنٌ من أحماضٍ أمينيَّةٍ نحتاجُ إليه لبناءِ تراكيبِ الجسمِ وصيانتِها، ولتنظيمِ العمليّاتِ التي تجري في الجسمِ. (٧٧)

البَرْيُ Abrasion: نحتُ سطوحِ الصخورِ وتآكلُها بفعلٍ ميكانيكيٍّ لصخورٍ أخرى أو لحبيباتِ الرملِ. (١٠٣، ١٣٧)

البشرةُ Epidermis: الطبقةُ السطحيَّةُ من الخلايا التي تغطّي جسمَ نباتٍ أو حيوانٍ. (٣٥)

البكرةُ Pulley؛ آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من دولابٍ يمرُّ على محيطِهِ حبلٌ أو سلكٌ أو سلسلةٌ. (١٩٤)

البنكرياسُ Pancreas: العضوُ الذي يقعُ وراءَ المعدةِ، ويصنعُ

أنزيماتٍ هضميَّةً وهرموناتٍ تنظِّمُ مستوياتِ السكَّر. (٤٦)

البيضةُ Egg: خليَّةٌ جنسيَّةٌ تنتجُها الأنثى. (٥٩)

ت

التجويةُ Weathering: العمليّةُ التي تتفتّتُ أو تتحلَّلُ بوساطتِها الموادُّ الصخريّةُ بفعلِ عمليّاتٍ فيزيائيَّةٍ وكيميائيَّةٍ. (١٠٢)

التجويةُ التفاضليَّةُ Differential weathering: عمليّةٌ تتآكلُ بوساطتِها الصخورُ الأكثرُ ليونةً والأقلُّ مقاومةً للتجويةِ وتخلِّفُ الصخورَ الأكثرَ مقاومةً للتجويةِ. (١٠٨)

التجويةُ الكيميائيَّةُ Chemical weathering: العمليَّةُ التي تتحلَّلُ بوساطتِها الصخورُ كنتيجةٍ للتفاعلاتِ الكيميائيّةِ. (١٠٥)

التجويةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical weathering: تفتّتُ الصخورِ إلى أجزاءٍ أصغرَ بوسائلَ فيزيائيَّةٍ. (١٠٢)

تحوُّلُ الطاقةِ Energy conversion؛ تغيُّرُ الطاقةِ من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ. (٢٠٩)

التذريةُ Deflation: شكلٌ من أشكالِ التعريةِ بالرياحِ، تحدثُ حين تعصفُ الرياحُ وتفرِّقُ حُبيباتِ التربةِ الجافَّةِ والدقيقةِ. (١٣٧)

التربةُ Soil: خليطٌ رخوٌ من شظايا صخريَّةٍ، وموادَّ عضويَّةٍ، ومن ماءٍ وهواءٍ يساهمُ في نموِّ النباتاتِ. (١١٢)

تركيبُ التربةِ Soil structure: ترتيبُ حبيباتِ التربةِ. (١١٣)

التساقطُ الصخريُّ Rock fall: مجموعةٌ من الصخورِ المُتفكِّكةِ تسقطُ إلى أسفلِ منحدرٍ حادٍّ. (١٤١)

التشتُّتُ Scattering؛ تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتِّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنَيْنِ معًا. (٢٩٢)

التعريةُ Erosion: عمليّةٌ يتمُّ من خلالِها نحتُ الصخورِ ونقلُ الفُتاتِ من مكانٍ إلى آخرَ. (١١٧)

تفاعلُ التعادلِ Neutralization reaction؛ تفاعلُ حَمضٍ مع قاعدةٍ لإنتاجِ محلولٍ متعادلٍ من ماءٍ وملحٍ. (٢٥١)

التفاعلُ النوويُّ المُتسلسِلُ Nuclear chain reaction؛ تفاعُلاتُ انشطارٍ نوويٍّ مُتتاليةٌ ومتواصلةٌ. (٢٦٧)

التكاثرُ الجنسيُّ Sexual reprodution: التكاثرُ الذي تتَّحِدُ فيه الخلايا الجنسيَّةُ من أبوينِ لتنتجَ أبناءً تتشاركُ في سماتِهما. (٥٩)

التكاثرُ اللاجنسيُّ Asexual reprodution: التكاثرُ الذي لا يتضمَّنُ اتِّحادَ خلايا جنسيَّةٍ، بل يُنتِجُ فيه فردٌ واحدٌ أبناءً مماثلةً له وراثيًّا. (٥٨)

التمدُّدُ الحراريُّ Thermal expansion؛ ازديادُ حجمِ مادَّةٍ نتيجةَ ارتفاعِ درجةِ حرارتِها. (٢٢٢)

التوصيلُ الحراريُّ Thermal conduction؛ انتقالُ طاقةٍ على شكلِ حرارةٍ عبرَ مادَّةٍ. (٢٢٨)

ث

الثقبُ الأسودُ Black hole؛ جسمٌ عظيمُ الكتلةِ وكثيفٌ إلى درجةٍ يعجزُ معها حتى الضوءُ عن الإفلاتِ من جاذبيّتِهِ. (١٥٧)

ج

الجنينُ Embryo: الإنسانُ في طورِ النموِّ من الإخصابِ إلى الولادةِ. (٦٦)

الجهازُ البوليُّ Urinary system: مجموعُ الأعضاءِ التي تنتجُ البولَ وتخزنُهُ وتطرحُهُ. (٥٠)

الجهازُ الغطائيُّ Integumentary system: الجهازُ الذي يكوِّنُ غلافًا وقائيًّا على خارجِ الجسمِ. (٣٤)

الجهازُ الهضميُّ Digestive system: الأعضاءُ التي تفكِّكُ الطعامَ لكي يتمكَّنَ الجسمُ من استخدامِهِ. (٤٢)

الجولُ Joule؛ الوحدةُ الدوليَّةُ التي تُستخدَمُ للتعبيرِ عن الطاقةِ؛ وتُعادلُ مقدارَ الشغلِ الذي تبذلُهُ قوَّةُ خ ١ خلالَ مسافةٍ ١ في اتِّجاهِ القوَّةِ (رمزُ الجولِ هو ت). (١٨٣)

الجينُ Gene: مجموعةٌ واحدةٌ من المعلوماتِ لسمةٍ وراثيَّةٍ. (١٢)

ح

الحبلُ السرِّيُّ Umbilical cordo: التركيبُ الذي يربطُ الجنينَ بالمشيمةِ. (٦٧)

الحجرُ النيزكيُّ Meteorite؛ النيزكُ الذي يصلُ إلى سطحِ الأرضِ من دونِ أن يحترقَ كليًّا. (١٧٣)

الحدُّ الفاصلُ Divide: الحدودُ التي تفصلُ بين مناطقِ تصريفٍ تتدفَّقُ فيها أنهارٌ في اتِّجاهاتٍ متعاكسةٍ. (١٢٦)

الحرارةُ Heat: الطاقةُ المنتقلةُ بين جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتان. (٢٢٦)

الحرارةُ النوعيَّةُ Specific heat: كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ الحرارةِ لوحدةِ كتلةِ مادَّةٍ متجانسةٍ°پ١ عندَ ضغطٍ ثابتٍ. (٢٣١)

حزامُ الكويكباتِ Asteroid belt: منطقةٌ من المجموعةِ الشمسيَّةِ تقعُ بين مداري المرّيخِ والمُشتري، حيث تدورُ معظمُ الكويكباتِ. (١٧٢)

حفظُ التربةِ Soil conservation: طريقةٌ للحفاظِ على خصوبةِ التربةِ بحمايتِها من التعريةِ ومن فقْدِ موادِّها الغذائيَّةِ. (١١٦)

الحمضُ Acid: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدرونيومِ عندَما يُذابُ في الماءِ. (٢٤٤)

الحَمْلُ Convection: انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بوساطةِ دورانٍ أو حركةِ سائلٍ أو غازٍ. (٢٢٩)

الحوصلةُ الصفراويَّةُ Gallbladder: عضوٌ كيسيٌّ يختزنُ الصفراءَ التي ينتجُها الكبدُ. (٤٧)

الحيوانُ المنويُّ Sperm: الخليَّةُ الجنسيَّةُ الذكريَّةُ. (٥٩)

خ

الخصيةُ Testis: عضوٌ تناسليٌّ ذكريٌّ أوّليٌّ ينتجُ حيواناتٍ منويَّةً وهرمونَ التستسترون. (٦٢)

خطُّ الساحلِ Shoreline: الحدُّ بينَ اليابسةِ والمسطَّحِ المائيِّ. (١٣٠)

د

الدُّبالُ Humus: المادَّةُ العضويَّةُ القاتمةُ التي تتكوَّنُ في التربةِ من بقايا نباتيَّةٍ وحيوانيَّةٍ متحلِّلةٍ. (١١٤)

درجةُ الحرارةِ Temperature: قياسٌ لمدى سخونةِ أو برودةِ شيءٍ ما، وبالتحديدِ قياسٌ لمتوسِّطِ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ في جسمٍ معيَّنٍ. (٢٢٠)

الدولابُ والمحورُ Wheel and axle: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من جسمَيْنِ لهما شكلٌ دائريٌّ وقياسانِ مختلفان. والدولابُ أكبرُ هذَيْنِ الجسمَيْنِ الدائريَّيْنِ. (١٩٥)

الدهونُ Fats: موادُّ غذائيَّةٌ تخزِّنُ الطاقةَ، وتساعدُ الجسمَ على تخزينِ بعضِ الفيتاميناتِ. (٧٧)

دورةُ الماءِ Water cycle: الحركةُ المتواصلةُ للمياهِ من المحيطِ إلى الغلافِ الجوّيِّ إلى اليابسةِ، رجوعًا إلى المحيطِ. (١٢٥)

ر

الرابطةُ الكيميائيَّةُ Chemical bond: اتِّحادُ ذرّاتٍ لتكوينِ جزيئاتٍ أو مركَّباتٍ. (٢٤٠)

الرافدُ Tributary: مجرًى مائيٌّ يصبُّ في بحيرةٍ أو مجرًى مائيٍّ أكبرَ. (١٢٦)

الرافعة Lever: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من ساقٍ ترتكزُ على نقطةٍ ثابتةٍ تُسمّى نقطةَ الارتكازِ. (١٩٢)

الرحمُ Uterus: عضوٌ أنثويٌّ عضليٌّ مجوَّفٌ تنغرسُ فيه البويضةُ المخصَّبةُ وينمو فيها الجنينُ. (٦٣)

الرقمُ الهيدروجينيُّ pH: قيمةٌ تُستخدمُ للتعبيرِ عن حَمضيَّةِ نظامٍ معيَّنٍ أو قاعديَّتِهِ (قلويَّتِهِ). (٢٥١)

س

سجلُّ النسبِ Pedigree: شكلٌ تخطيطيٌّ يعرضُ وجودَ سمةٍ وراثيَّةٍ لعائلةٍ في عدَّةِ أجيالٍ. (٢٤)

السمةُ السائدةُ Dominant trait: السمةُ المرئيَّةُ في الجيلِ الأوَّلِ، بعدَ تزاوجِ أبوَيْنِ لهما سماتٌ مختلفةٌ. (٩)

السمةُ المتنحِّيَةُ Recessive trait: السمةُ التي تعودُ إلى الظهورِ في الجيلِ الثاني بعد أن تختفيَ في الجيلِ الأوَّلِ، عندَما يتزاوجُ أبوانِ لهما سماتٌ مختلفةٌ. (٩)

السنةُ الضوئيةُ Light-year: المسافةُ التي يقطعُها الضوءُ في سنةٍ واحدةٍ، وتبلغُ حواليَ ٩.٥ تريليوناتٍ. (١٥٢)

سوءُ التغذيةِ Malnutrition: اختلالٌ غذائيٌّ ينتجُ من استهلاكِ كمّيّاتٍ غيرِ كافيةٍ من كلٍّ منَ الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها الجسمُ. (٨٠)

ش

الشاطئُ Beach: منطقةٌ من خطِّ الساحلِ تتكوَّنُ من موادَّ ترسَّبَتْ بوساطةِ الأمواجِ. (١٣٤)

شبهُ الشفّافِ Translucent: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالنفاذِ، لكنَّها لا تسمحُ بنفاذِ صورةٍ واضحةٍ. (٢٩٧)

الشغلُ Work: نقلُ الطاقةِ إلى جسمٍ باستخدامِ قوّةٍ تحرِّكُ الجسمَ باتِّجاهِها. (١٨٠)

الشغلُ الناتجُ Work output: الشغلُ الذي تبذلُهُ آلةٌ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوّةِ الناتجةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوّةُ. (١٨٧)

الشغلُ المبذولُ Work input؛ الشغلُ المبذولُ على آلةٍ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوّةِ المطبَّقةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوّةُ. (١٨٧)

الشفّافُ Transparent؛ صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالمرورِ عبرَها. (٢٩٧)

الشهاب Meteor؛ خطٌّ ضوئيٌّ ساطعٌ ينتجُ عندَما يحترقُ النيزكُ في الغلافِ الجوّيِّ للأرضِ. (١٧٣)

ص

الصخرُ الأديمُ Bedrock: الطبقةُ الصخريَّةُ التي تقعُ تحتَ التربةِ. (١١٢)

الصفرُ المُطلقُ Absolute zero؛ درجةُ الحرارةِ حيثُ تكونُ طاقةُ الجزيئاتِ في حدِّها الأدنى (ث ٠ على تدريج كلفن أو پ٢٧٣- على التدريجِ السيليزيِّ). (٢٢٣)

الصخرُ الأمُّ Parent rock: التكوينُ الصخريُّ الذي يُشكِّلُ مصدرَ التربةِ. (١١٢)

ط

الطاقة Energy؛ المقدرةُ على بذلِ شغلٍ. (٢٠٤)

الطاقةُ الحراريَّةُ Thermal energy؛ طاقةُ الحركةِ لدى جسيماتِ المادَّةِ. (٢٢٧)

طاقةُ الحركةِ Kinetic energy؛ طاقةُ جسمٍ ناتجةٌ عن حركتِهِ. (٢٠٥)

الطاقةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical energy؛ مقدارُ الشغلِ الذي يمكنُ لأيِّ جسمٍ أن يبذُلَهُ بسببِ طاقةِ حركتِهِ وطاقةِ وضعِهِ. (٢٠٧)

طاقةُ الوضعِ Potential energy؛ الطاقةُ الموجودةُ لدى أيِّ جسمٍ بسببِ موقعِهِ، أو شكلِهِ، أو ظروفِهِ. (٢٠٦)

الطرازُ الجينيُّ Genotype: التركيبُ الجينيُّ الكاملُ لكائنٍ معيَّنٍ؛ وهو أيضًا مجموعُ الجيناتِ لسمةٍ واحدةٍ معيَّنةٍ أو أكثرَ. (١٣)

الطرازُ المظهريُّ Phenotype: مظهرُ الكائنِ الحيِّ أو أيِّ ميزةٍ أخرى قابلةٍ للاكتشافِ. (١٢)

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ spectrum
Electromagnetic؛ المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بجميعِ تردُّداتِها أو أطوالِها الموجيَّةِ. (٢٨٢)

الطيفُ المرئيُّ Spectrum؛ حزمةُ الألوانِ الناتجةُ من مرورِ الضوءِ الأبيضِ عبرَ منشورٍ. (١٤٩)

ع

العازلُ الحراريُّ Thermal insulators؛ مادَّةٌ تخفِّضُ أو تمنعُ انتقالَ الطاقةِ الحراريَّةِ على شكلِ حرارةٍ. (٢٢٩)

العددُ الكُتليُّ Mass number؛ مجموعُ عددَي البروتوناتِ والنيوتروناتِ في نواةِ ذرَّةٍ. (٢٥٩)

العضوُ Organ: مجموعةٌ من الأنسجةِ تؤدّي وظيفةً معيَّنةً في الجسمِ. (٣١)

العقّارُ Drug: كلُّ مادَّةٍ تسبِّبُ تغييرًا في حالةِ الشخصِ النفسيَّةِ أو الجسديَّةِ. (٨٢)

علمُ الصحَّةِ Hygiene: العلمُ الذي يُعنى بالصحَّةِ وطرقِ المحافظةِ عليها. (٩٠)

عُمرُ النصفِ Half-life؛ الزمنُ اللازمُ لكي يخضعَ نصفُ العيِّنةِ المُشعَّةِ لانحلالٍ إشعاعيٍّ. (٢٦٣)

العملاقُ الأحمرُ Red giant؛ نجمٌ كبيرٌ مائلٌ إلى الحمرةِ في مرحلةٍ متأخِّرةٍ من دورةِ حياتِهِ. (١٥٥)

العناصرُ المعدنيَّةُ Minerals؛ موادُّ غذائيَّةٌ مكوَّنةٌ من عناصرَ كيميائيَّةٍ يحتاجُ إليها الجسمُ في بعضِ عمليّاتِهِ. (٧٨)

غ

الغسيلُ Leaching؛ إزالةُ الموادِّ التي يمكنُ أن تذوبَ من الصخورِ، أو المعادنِ الخامِ، أوطبقاتِ التربةِ نتيجةً لمرورِ الماءِ بها. (١١٤)

ف

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical advantage؛ عددٌ يُخبِرُكَ كم مرَّةً تضاعِفُ الآلةُ القوَّةَ. (١٨٩)

الفيتامينُ Vitamins: صنفٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ، يحتاجُ إليه الجسمُ بكمّيّاتٍ قليلةٍ للمحافظةِ على الصحّةِ ولضمانِ النموِّ. (٧٨)

ق

القاعِدةُ Base: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ، عندَ إذابتِهِ في الماءِ، عددَ أيوناتِ الهيدروكسيدِ بد. (٢٤٧)

قانونُ حفظِ الطاقةِ Law of conservation of energy: قانونٌ ينصُّ على أنَّ الطاقةَ لا يُمكنُ استحداثُها ولا إفناؤُها، لكن يمكنُ تحويلُها من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ. (٢١٣)

القضيبُ Penis: العضوُ الذكريُّ الذي ينقلُ الحيواناتِ المنويَّةَ إلى الأنثى، ويطرحُ البولَ خارجَ الجسمِ. (٦٢)

القزمُ الأبيضُ White dwarf: نجمٌ صغيرٌ ساخنٌ وخافتٌ، وهو المركزُ المتبقّي من نجمٍ قديمٍ. (١٥٥)

القُدرَةُ Power: المعدَّلُ الذي يتمُّ فيه بذلُ الشغلِ أو نقلُ الطاقةِ بوحدةِ الزمنِ. (١٨٤)

القفزُ Saltation: حركةُ الرمالِ أو غيرِها من الرواسبِ بقفزاتٍ وارتداداتٍ قصيرةٍ تسبّبُها الرياحُ أو المياهُ. (١٣٦)

القمرُ Satellite: جرمٌ طبيعيٌّ أو صناعيٌّ يدورُ حولَ كوكبٍ ما. (١٦٨)

قوَّةُ الاحتكاكِ Friction: قوَّةٌ تُعاكسُ الحركةَ بين سطحَيْنِ متلامسَيْنِ. (٢١٢)

ك

الكاشِفُ Indicator: يتغيَّرُ لونُهُ اعتمادًا على الرقمِ الهيدروجينيِّ (بد). (٢٤٥)

الكبدُ Liver: أكبرُ عضوٍ في الجسمِ، وهو يصنعُ الصفراءَ، ويُحلِّلُ السمومَ، ويخزِّنُ السكَّرَ الزائدَ بشكلِ جليكوجين. (٤٧)

الكثيبُ Dune: تلَّةٌ رمليَّةٌ صغيرةٌ رسَّبَتْها الرياحُ، وهي تحافظُ على شكلِها بالرغمِ من تحرُّكِها. (١٣٨)

الكربوهيدراتُ Carbohydrates: نوعٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي توفِّرُ الطاقةَ، وهي تشملُ السكَّرَ والنشاءَ والألياف. (٧٦)

الكروموسومُ الجنسيُّ Sex chromosome: واحدٌ من زوجِ الكروموسوماتِ الذي يحدِّدُ جنسَ الفردِ. (٢٣)

الكروموسوماتُ المتماثلةُ chromosomes Homologous: الكروموسوماتُ التي لدَيها تسلسلُ الجيناتِ نفسُهُ والتركيبُ نفسُهُ. (١٨)

الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical efficiency: كمِّيَّةٌ، يعبَّرُ عنها عادةً كنسبةٍ مئويَّةٍ، تقيسُ نسبةَ الشغلِ الناتجِ إلى الشغلِ المبذولِ، ويمكنُ حسابُها بقسمةِ الشغلِ الناتجِ على الشغلِ المبذولِ. (١٩٠)

الكليةُ Kidney: في الجسمِ كليتان، والكلية عضوٌ يرشحُ الماءَ والفضلاتِ من الدمِ ويطرحُ هذه الموادَّ بشكلِ بولٍ. (٥١)

الكويكب Asteroid: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ يدورُ حولَ الشمسِ، ويكونُ دورانُه عادةً ضمنَ حزامٍ بينَ مداريِ المرّيخِ والمشتري. (١٧٢)

م

المادَّةُ الغذائيَّةُ Nutrient: مادَّةٌ موجودةٌ في الطعامِ توفِّرُ الطاقةَ، أو تساعدُ على تكوينِ أنسجةِ الجسمِ، وهي ضروريَّةٌ للحياةِ والنموِّ. (٧٦)

المبيضُ Ovary: من أعضاءِ الجهازِ التناسليِّ الأنثويِّ للحيواناتِ وهو يُنتِجُ البويضاتِ. (٦٣)

المتجدِّدُ الأعظمُ Supernova: انفجارٌ هائلٌ يؤدّي إلى انهيارِ نجمٍ ضخمٍ، ويرمي بطبقاتِهِ الخارجيَّةِ في الفضاءِ. (١٥٦)

المجرَّةُ Galaxies: مجموعةٌ من النجومِ والغبارِ والغازِ تربطُ الجاذبيَّةُ فيما بينَها. (١٥٨)

المذنَّب Comet: جسمٌ صغيرٌ من الجليدِ، والصخرِ، والغبارِ الفضائيِّ، يتَّبعُ مدارًا إهليلجيًّا حولَ الشمسِ ويُطلقُ غازًا وغبارًا على شكلِ ذنبٍ عندَما يمرُّ بالقربِ من الشمسِ. (١٧١)

المرضُ غيرُ المُعْدي Noninfectious disease: مرضٌ لا يمكنُ أن ينتقلَ من شخصٍ إلى آخرَ. (٨٦)

المرضُ المعدي Infectious disease: مرضٌ يسبِّبُه كائنٌ مسبِّبٌ للمرضِ، وينتقلُ من شخصٍ إلى آخرَ. (٨٦)

المركَّبُ الأيونيُّ Ionic compound: مركَّبٌ مكوَّنٌ من أيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ متعاكسةٍ. (٢٤٠)

المركَّبُ التساهُميُّ Covalent compound: مركَّبٌ كيميائيٌّ ينتجُ من تشاركِ لذراتٍ في إلكتروناتٍ تكافؤُها (٢٤٢)

المريءُ Esophagus: أنبوبٌ طويلٌ مستقيمٌ يصلُ البلعومَ بالمعدةِ. (٤٤)

مسبِّبُ المرضِ Pathogen: كائنٌ مجهريٌّ أو كائنٌ حيٌّ آخرُ أو فيروسٌ أو بروتينٌ يسبِّبُ المرضَ. (٨٦)

مُستجمَعُ الأمطارِ Watershed: منطقةٌ من اليابسةِ تُصرِّفُ فيها مياهُ الانسيابِ السطحيِّ بوساطةِ نظامٍ مائيٍّ معيَّنٍ. (١٢٦)

المستوي المائلُ (أو المنحدر) Inclined plane: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من سطحٍ مستقيمٍ مائلٍ، يُسهِّلُ رفعَ الأحمالِ. (١٩٦)

المشيمةُ Placenta: عضوٌ: جزءٌ منه جنينيٌّ والجزءُ الآخرُ من الأمِّ، وبوساطتِه يتمُّ تبادلُ الموادِّ بينَ الجنينِ والأمِّ. (٦٧)

المطرُ الحمضيُّ Acid precipitation: الأمطارُ والثلوجُ التي تحتوي على تركيزٍ عالٍ من الأحماضِ. (١٠٥)

المعتمُ Opaque: صفةٌ للجسمِ الذي ليسَ شفّافًا أو ليسَ شبهَ شفّافٍ. (٢٩٧)

المعدةُ Stomach: العضوُ الهضميُّ الشبيهُ بكيسٍ يقعُ بينَ المريءِ والأمعاءِ الدقيقةِ، يحطِّمُ الطعامَ ويحوِّلُهُ إلى سائلٍ من خلالِ عملِ العضلاتِ والأنزيماتِ والحمضِ المعديِّ. (٤٥)

الأمعاءُ الدقيقةُ Small intestine: عضوٌ بين المعدةِ والأمعاءِ الغليظةِ. وفيها يحدثُ معظمُ تفكيكِ الطعامِ، ويجري فيه أيضًا امتصاصُ معظمِ الموادِّ الغذائيَّةِ من الطعامِ. (٤٦)

الأمعاءُ الغليظةُ Large intestine: الجزءُ الأوسعُ والأقصرُ من الأمعاءِ، الذي يزيلُ الماءَ من الطعامِ المهضومِ ويحوِّلُ الفضلاتِ إلى برازٍ شبهِ صلبٍ. (٤٨)

الملح Salt: مُركَّبٌ أيونيٌّ يتكوَّنُ عندَما تحلُّ ذرَّةُ فلزٍّ محلَّ هيدروجينِ حَمضٍ ما. (٢٥٣)

المناعةُ Immunity: القدرةُ على مقاومةِ مرضٍ معدٍ أو القدرةُ على الشفاءِ منه. (٨٨)

المهبلُ Vagina: هو العضوُ التناسليُّ الأنثويُّ الذي يصلُ بينَ خارجِ الجسمِ والرحمِ. (٦٣)

الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ Electromagnetic wave: موجةٌ مؤلَّفةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ يهتزّانِ متعامدَيْنِ. (٢٧٨)

الموصِّلُ الحراريُّ Thermal conductor: مادَّةٌ يمكنُ للطاقةِ الحراريَّةِ أن تنتقلَ عبرَها على شكلِ حرارةٍ. (٢٢٩)

ن

النبّاضُ الإشعاعيُّ Pulsar: نجمٌ نيوترونيٌّ دوّاميٌّ سريعُ الدورانِ، يُطلقُ نَبَضاتٍ سريعةً من الطاقةِ الراديويَّةِ والضوئيَّةِ. (١٥٦)

النجمُ النيوترونيُّ Neutron star: نجمٌ تداعى بفعلِ الجاذبيّةِ إلى حدٍّ أنه دفعَ بالإلكتروناتِ والبروتوناتِ إلى التلاحمِ لتكوِّنَ نيوتروناتٍ. (١٥٦)

النسيجُ Tissue: مجموعةٌ من الخلايا المتماثلةِ التي تعملُ معًا وتؤدّي الوظيفةَ نفسَها. (٣٠)

نسيجُ التربةِ Soil texture: نوعُ التربةِ المبنيُّ على أساسِ نسبِ حجومِ الحبيباتِ المكوِّنةِ لها. (١١٣)

النشاطُ الإشعاعيُّ Radioactivity: العمليَّةُ التي تُطلقُ بوساطتِها نواةٌ غيرُ مستقرَّةٍ إشعاعًا نوويًّا. (٢٥٨)

النفاذُ Transmission: مرورُ الضوءِ أو أيِّ شكلٍ من أشكالِ الطاقةِ عبرَ مادَّةٍ. (٢٩٦)

النفرونُ Nephron: وحدةُ تركيبِ الكليةِ التي تقومُ بترشيحِ الدمِ. (٥١)

النيزكُ Meteoroid: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ نسبيًّا يتنقَّلُ عبرَ الفضاءِ. (١٧٣)

النيكوتينُ Nicotine: مادَّةٌ كيميائيَّةٌ سامَّةٌ تسبِّبُ الإدمانَ. يوجدُ النيكوتينُ في التبغِ، وهو من الموادِّ التي تساهمُ بشكلٍ رئيسٍ في تأثيراتِ التدخينِ الضارَّةِ. (٨٣)

و

الواط Watt: الوَحْدةُ الدوليَّةُ المستخدَمةُ للتعبيرِ عن القُدرةِ، وهي معادِلةٌ لجولٍ لكلِّ ثانيةٍ (رمزُها، فط). (١٨٤)

الوحدةُ الفلكيَّةُ Astronomical unit: متوسِّطُ المسافةِ بينَ الأرضِ والشمسِ؛ أي حوالي ١٥٠ مليونَ كيلومترٍ (الرمز، صع). (١٦٥)

الوراثةُ Heredity: انتقالُ السماتِ الوراثيَّةِ من الآباءِ إلى الأبناءِ. (٦)